

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 7 月 14 日 (14.07.2005)

PCT

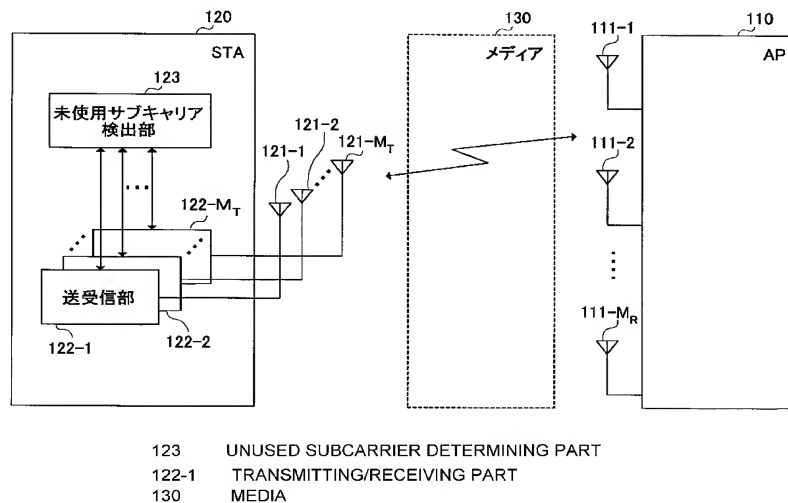
(10) 国際公開番号
WO 2005/064835 A1

- (51) 国際特許分類: **H04J 15/00**, 1/00, 11/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019015
- (22) 国際出願日: 2004 年 12 月 20 日 (20.12.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2003-433897
2003 年 12 月 26 日 (26.12.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): マリク ラフー (MALIK, Rahul). タン ペク ユー (TAN, Pek-yew). 今村 大地 (IMAMURA, Daichi). 中 勝義 (NAKA, Katsuyoshi).
- (74) 代理人: 鷲田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4-1 新都市センタービル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS TRANSMITTING APPARATUS AND WIRELESS TRANSMITTING METHOD

(54) 発明の名称: 無線送信装置および無線送信方法



(57) Abstract: A wireless transmitting apparatus that improves the throughput of a wireless communication network system. In the apparatus, M_T transmitting/receiving parts (122-1 to 122- M_T) correspond to respective M_T antennas (121-1 to 121- M_T), and transmit preamble and data signals via the respective corresponding antennas (121-1 to 121- M_T). The M_T transmitting/receiving parts (122-1 to 122- M_T) transmit the preamble signals by using, among subcarriers (141, 142, 143, 144), subcarriers assigned to the antennas (121-1 to 121- M_T). The M_T transmitting/receiving parts (122-1 to 122- M_T) transmit the data signals by using a subcarrier (140) having a different frequency than the subcarriers (141, 142, 143, 144).

(57) 要約: 無線通信ネットワークシステムにおけるスループットを向上させる無線送信装置。この装置において、 M_T 個の送受信部 (122-1 ~ 122- M_T) は、 M_T 本のアンテナ (121-1 ~ 121- M_T) にそれぞれ対応し、対応するアンテナ (121-1 ~ 121- M_T) を介して、プリアンブル信号およびデータ信号を送信する。 M_T 個の送受信部 (122-1 ~ 122- M_T) は、プリアンブル

[続葉有]

WO 2005/064835 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

信号の送信に、サブキャリア (141、142、143、144) のうち、アンテナ (121-1 ~ 121-M_T) 毎
に割り当てられたサブキャリアを使用する。また、M_T個の送受信部 (122-1 ~ 122-M_T) は、データ信号の
送信に、サブキャリア (141、142、143、144) と異なる周波数を有するサブキャリア (140) を使
用する。

明 細 書

無線送信装置および無線送信方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば無線LAN (Local Area Network) 等の無線通信ネットワークシステムにて用いられる無線送信装置および無線送信方法に関する。

背景技術

[0002] IEEE802. 11は、例えばコンピュータ等の端末装置をネットワークで無線接続する費用効率の高いソリューションである。また、信号処理技術や変調技術の進展によって規格の拡張がなされ、無線LANに用いられる今日の無線送信装置においては、物理レイヤがより高速なデータレートでサポートされている(例えば、非特許文献1および非特許文献2参照)。

非特許文献1: "Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirement - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band", IEEE Standard 802.11b-1999, IEEE, September 1999

非特許文献2: "Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirement - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 5 GHz Band", IEEE Standard 802.11a-1999, IEEE, September 1999

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、従来の無線送信装置においては、信号処理技術や変調技術の進展によりデータレート高速化が実現されている一方で、無線LANにおけるさらなるスループット向上が望まれている。"Draft Project Allocation Request (PAR) for High Throughput Study Group" (IEEE 802.11/02-798r7, Rosdahl, J., et al, March 2003) で述べられているとおり、IEEE802. 11のワーキンググループでは、従来の無線LANに対するMAC (メディアアクセス制御) レイヤおよびPHY (物理) レイヤの双方の改

善に基づく高スループットの無線LANの必要性を認識している。

- [0004] 高スループットの無線LANを実現するためのソリューションとして、例えばMIMO方式を採用することが予想されている。MIMO方式は、送受信の双方で複数のアンテナを用い、相互に独立な信号を同一周波数帯域にて同時に伝送する方式であり、伝送容量を増大させスループットを向上させる技術として注目を集めている。
- [0005] ところで、無線LANは伝統的に時分割多重接続方式の無線通信ネットワークシステムである。つまり、一般に、ある瞬間的なタイミングで無線受信装置（例えば、アクセスポイント）に対してデータを送信できる無線送信装置（例えば、携帯端末装置）の数は一つだけである。したがって、MIMO方式を採用することで期待される効果は、基本的には、データレートを高速化し、一つの無線送信装置にメディアが占有される時間を短縮し、その結果としてシステム全体のスループットを向上させることである。
- [0006] ところが、無線送信装置と無線受信装置との間において同時並行でデータ伝送を行うことが可能な数は、備えられたアンテナの数が少ない方の装置におけるアンテナ数によって決められる。例えば、アクセスポイントが多数のアンテナを備えていたとしても、そのアクセスポイントに対してデータ伝送を行う全ての移動通信端末装置が多数のアンテナを備えているとは限らない。このため、従来の無線LANに従来のMIMO方式を導入するだけでは、スループット向上には一定の限界がある。
- [0007] 本発明の目的は、無線通信ネットワークシステムにおけるスループットを向上させることができる無線送信装置および無線送信方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の無線送信装置は、少なくとも一つの送信アンテナと、前記少なくとも一つの送信アンテナを介してプリアンブル信号およびデータ信号を送信する送信手段と、を有し、前記送信手段は、プリアンブル信号の送信に、前記送信アンテナ毎に割り当てられたプリアンブルサブキャリアを使用し、データ信号の送信に、前記プリアンブルサブキャリアと異なる周波数を有するデータサブキャリアを使用する構成を採る。
- [0009] 本発明の無線送信方法は、少なくとも一つの送信アンテナを介してプリアンブル信号およびデータ信号を送信する送信ステップを有し、前記送信ステップは、前記送信アンテナ毎に割り当てられたプリアンブルサブキャリアを使用してプリアンブル信号の

送信を行うプリアンブル送信ステップと、前記プリアンブルサブキャリアと異なる周波数を有するデータサブキャリアを使用してデータ信号の送信を行うデータ送信ステップと、を有するようにした。

発明の効果

- [0010] 本発明によれば、無線通信ネットワークシステムにおけるスループットを向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の実施の形態1に係る無線送信装置を用いた無線LANの一例を示す構成図
- [図2]本実施の形態に係る無線送信装置を用いた無線LANの他の例を示す構成図
- [図3]本実施の形態に係る無線送信装置の内部構成を示すブロック図
- [図4]本実施の形態の無線LANにおける周波数帯域の割り当てを説明するための図
- [図5]図4に示す周波数帯域割り当てに基づく、本実施の形態に係る無線送信装置の動作説明図であり、使用されるサブキャリアの周波数の観点から見た動作説明図
- [図6]図4に示す周波数帯域割り当てに基づく、本実施の形態に係る無線送信装置の動作説明図であり、サブキャリアが使用される時間の観点から見た動作説明図
- [図7]本実施の形態に係る無線送信装置における動作およびその状態遷移を説明するための図
- [図8]本実施の形態の無線LANにおける競合ベースのメディアアクセス制御を説明するための図
- [図9]本実施の形態の無線LANにおけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明するための図
- [図10]本発明の実施の形態2に係る無線送信装置の内部構成を示すブロック図
- [図11]本実施の形態の無線LANにおける周波数帯域の割り当てを説明するための図
- [図12]図11に示す周波数帯域割り当てに基づく、本実施の形態に係る無線送信装置の動作説明図であり、使用されるサブキャリアの周波数の観点から見た動作説明

図

[図13]図11に示す周波数帯域割り当てに基づく、本実施の形態に係る無線送信装置の動作説明図であり、サブキャリアが使用される時間の観点から見た動作説明図

[図14]本実施の形態に係る無線送信装置における動作およびその状態遷移を説明するための図

[図15]本実施の形態の無線LANにおける競合ベースのメディアアクセス制御を説明するための図

[図16]本実施の形態の無線LANにおけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明するための図

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

[0013] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置を用いた無線LANの一例を示す構成図である。図1に示す無線LAN100においては、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置が携帯端末装置(STA)として使用されており、N基のSTA120-1、120-2、…、120-Nが無線LAN100のエリア内に分散し移動可能に位置している。また、これらのSTA120-1〜120-Nは、アクセスポイント(AP)110と無線通信を行い、AP110に対してデータ伝送を行う。なお、図1では、STA120-1〜120-Nは無線送信装置でありAP110は無線受信装置である。一般に、AP110は無線送信装置としての機能を兼ね備えSTA120-1〜120-Nは無線受信装置としての機能を兼ね備えているが、本実施の形態では、そのケースに関する説明を省略する。なお、STA120-1〜120-Nのうち任意の1基以上のSTAについて言及するとき、「STA120」と言う。

[0014] AP110は、無線LAN100のエリア内に位置するSTA120から送信された信号を受信する M_R 本のアンテナ111-1、111-2、…、111- M_{R-1} 、111- M_R を有する。

[0015] N基のSTA120は、相互に独立した信号を同一周波数帯域にて同時に送信することが可能な M_{TN} 本のアンテナ121-11〜121-1 M_{T1} 、…、121-N1〜121-N M_T を有する。なお、STA120に言及するとき、STA120が有する M_{TN} 本のアンテナを「

アンテナ121-1〜121- M_T 』と言う。

- [0016] 図1に示す無線LAN100において、空間多重の利点をより確実に実現するためには、AP110のアンテナ数 M_R とN基のSTA120-1〜120-Nの各アンテナ数 M_{TN} との間に次の(式1)に示される関係があることが望ましい。なお、(式1)において、 $(M_T)_i$ は、サブストリーム i の総数、つまり、全てのSTAにより同時に使用される送信系(送信アンテナ)の数を示す。

[数1]

$$M_R \geq \sum_i [(M_T)_i] \cdot \dots \quad (1)$$

- [0017] 本実施の形態では、図1に示された無線LAN100を例にとって詳細に説明するが、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置を用いた無線LANの構成は上記のものに限定されない。図2は、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置を用いた無線LANの他の例を示す構成図である。

- [0018] 図2に示す無線LAN100aにおいては、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置がSTAとして使用されており、 $(I+J)$ 基のSTA120a-1、…、120a-I、120b-1、…、120b-Jが、無線LAN100aのエリア内に分散し移動可能に位置している。また、これらのSTA120a-1〜120a-I、120b-1〜120b-Jは相互に無線通信を行う、すなわち、無線LAN100aはアドホック型の無線通信ネットワークシステムである。図2に示されるように、これらのSTA120a-1〜120a-I、120b-1〜120b-Jは二つのグループに分けられている。I基のSTA120a-1〜120a-Iが送信グループを構成し、J基のSTA120b-1〜120b-Jが受信グループを構成し、送信グループから受信グループに対してデータ伝送が行われる。送信グループおよび受信グループの各構成は上記のものに限定されないことは明らかである。

- [0019] また、(式1)に示される条件は、次のように一般化することができる。すなわち、この条件は、 $(M_T)_i$ の総数が、受信STAであるSTA120b-j ($j: 1 \sim J$)により用いられる受信系(受信アンテナ)の最小数よりも小さいことを必要とするものであり、次の(式2)に要約される。

[数2]

$$\forall j, \min[(M_R)_j] \geq \sum_i [(M_T)_i] \cdots (2)$$

[0020] 図3は、STA120の内部構成を示すブロック図である。図3に示すSTA120は、 M_T 本のアンテナ121-1～121- M_T と、 M_T 本のアンテナ121-1～121- M_T にそれぞれ対応し、上位層エンティティから入力されたデータ信号に対して所定の処理を施した上で無線送信する送受信部122-1～122- M_T と、メディア130を介してAP110との間で行われる無線通信に用いられる通信周波数帯域において、未使用のサブキャリアを検出する未使用サブキャリア検出部123と、を有する。 M_T 本のアンテナ121-1～121- M_T と、 M_T 本のアンテナ121-1～121- M_T にそれぞれ対応し、上位層エンティティから入力されたデータ信号に対して所定の処理を施した上で無線送信する送受信部122-1～122- M_T とは、 M_T 個の送信系および M_T 個の受信系を構成する。各構成要素における動作の詳細については後で詳述する。

[0021] 次いで、上記構成を有するSTA120における動作について説明する。

[0022] 図4は、本実施の形態の無線LAN100における周波数帯域の割り当てを説明するための図である。

[0023] 無線LAN100を高スループットの無線通信ネットワークシステムとして実現するためには、複数のSTA120が同時にメディア130にアクセスし、AP110に対して同時並行でデータ伝送を行うことが必要である。AP110へのデータ信号の並行送信を行うためには、各STA120からAP110に対して送信されるプリアンブル信号同士およびシグネチャ信号同士の直交性を保ち非同期の問題を克服することが不可欠である。

[0024] プリアンブル信号は、データ信号が送信される前に送信される信号であり、AP110においてチャネル推定や同期等を含む所定の受信制御処理を行うときに必要な信号であり、所定の系列符号を有する既知信号である。このように、データ信号の送信前にプリアンブル信号の送信を行うことにより、例えばSTA120-1がAP110に対するデータ信号の並行送信に参入するときに、AP110が上記の受信制御処理を行うことができる。すなわち、例えばSTA120-2がAP110に対するデータ信号の送信を既に行っている状況においてSTA120-1がデータ信号の並行送信に参入する場

合であっても、AP110は、上記の受信制御処理を個別に行うことができる。

- [0025] また、シグネチャ信号は、データ信号の送信者である装置が、データ信号送信中であることを他の装置に対してシグナリングするための信号であるとともに、AP110においてチャンネル推定や同期を維持することを容易にするための所定の系列符号からなる既知信号である。
- [0026] 信号間の直交性を維持することを達成するための方法の一つとして、AP110宛てのデータ伝送を行う各送信系に対して個別にサブキャリアが割り当てられるようにすることが挙げられる。
- [0027] 図4に示す帯域割り当てにおいて、プリアンプル信号およびシグネチャ信号の送信に利用可能なサブキャリアが複数のサブキャリア群に分けられている。本実施の形態では、AP110が四つの受信系(アンテナ)を有していることを想定し、シグネチャ信号(本実施の形態ではプリアンプル信号についても同様)の送信に利用可能なサブキャリアを4グループのサブキャリア群に分割する。すなわち、図4において、二つのサブキャリア141はAグループのサブキャリア群に属し、二つのサブキャリア142はBグループのサブキャリア群に属し、二つのサブキャリア143はCグループのサブキャリア群に属し、二つのサブキャリア144はDグループのサブキャリア群に属する。このように、各サブキャリア群が互いに同数のサブキャリアを含んでいることが好ましい。
- [0028] これらのサブキャリア141、142、143、144は互いに異なる周波数を有する。そして、これらのサブキャリア141、142、143、144の間の帯域にデータ信号送信用の複数のサブキャリア140が配置されている。複数のサブキャリア140は、一つのサブキャリアクラスタを構成する。このように、プリアンプル信号およびシグネチャ信号の送信に用いられるサブキャリアの各周波数141、142、143、144を、無線通信の使用周波数帯域において分散させることにより、AP110での例えばチャンネル推定等の処理の精度を向上させることができる。
- [0029] なお、グループ数、グループあたりのサブキャリア数、グループ間の間隔等を含む周波数帯域の割り当ては、チャンネルの帯域幅および動的状態並びに送受信装置の性能に適合するように設定される。また、周波数帯域の割り当ては、AP110が例えばビーコンを用いて全てのSTA120に対して報知しても良いが、本実施の形態では

、全てのSTA120が何らかの方法によって予め周波数帯域割り当てに関する情報を取得しているものと想定する。また、本実施の形態では、STA120-1が有する送信系の数は一つであり、STA120-2が有する送信系の数は一つであり、STA120-3が有する送信系の数は二つであり、STA120-4が有する送信系の数は二つであり、AP110が有する受信系の数は四つであることを想定する。

- [0030] AP110のように複数のアンテナ $111-1 \sim 111-M_R$ を備えるAPは従来から存在している。これは、空間ダイバーシチ受信を導入して受信品質を向上させるためである。ところが、現在の一般的な無線LANはSISO (Single Input Single Output) 方式が主流である。一方で、将来の無線LANに適用されることが期待されているMIMO方式では、受信信号を高精度な復調および復号するために、受信装置が個々のアンテナからのチャネルを推定し、一つのチャネル行列 H を生成する必要がある。
- [0031] 理論的には、異なるアンテナに送信される例えばプリアンブル信号を構成するトレーニング系列符号が少なくとも一つの次元において直交していることが要求される。ポイントトゥポイントのMIMO送信では、全ての送信アンテナが物理的に略同位置（例えば、一つの送信装置）に存在することで容易に同期を得ることができ、直交性を実現することが容易である。これに対して、送信装置が無線LAN内に分散配置された条件の下では、時間領域におけるトレーニング系列符号の直交性を維持することが容易でないことに着目し、本発明に至った。
- [0032] 図5および図6は、図4に示す周波数帯域割り当てに基づくSTA120の動作説明図であり、図5は、使用されるサブキャリアの周波数の観点から見た動作説明図であり、図6は、サブキャリアが使用される時間の観点から見た動作説明図である。
- [0033] まず、時刻 t_0 において、STA120-1は、メディア130が未使用（アイドル）であることを確認すると、期間 t_1 において、二つのサブキャリア141を用いてプリアンブル信号150を送信する。すなわち、STA120-1の一つの送信系（例えばアンテナ121-11）はグループAと関連づけられたことになる。一方、AP110では、サブキャリア141のみが検出されるため、一つの送信系からのデータ伝送が行われていると判断することができる。
- [0034] プリアンブル信号150の送信終了後、期間 t_2 において、STA120-1は、複数のサ

ブキャリア140を用いてデータ信号151を送信する。また、期間t2において、STA120-1は、引き続き二つのサブキャリア141を用いて、シグネチャ信号151aの送信も行う。これにより、グループAのサブキャリア141が使用されていること、換言すれば、STA120-1が一つの送信系を用いて送信していること、さらに換言すれば、AP110の利用可能な四つの受信系の一つが使用されていることを他のSTA120に対してシグナリングすることができる。

[0035] これにより、AP110に対してデータ信号の送信を行おうとする他のSTA120が、あと幾つの送信系を使用することが可能であるかを把握することが可能になる。また、シグネチャ信号の送信とプリアンプル信号の送信とで同一の(同一周波数)のサブキャリアを共用することにより、データ信号の送信に、より多くのサブキャリアを使用することができ、チャンネル利用効率を向上させることができる。

[0036] なお、STA120-1によるシグネチャ信号151aおよびデータ信号151の送信期間は、期間t2に限られるものではなく、送信すべきデータ信号の送信が終了するときまで継続する。

[0037] STA120-1による、サブキャリア141を用いたシグネチャ信号151aの送信は、サブキャリア140を用いたデータ信号151の送信が行われている期間において継続的に行われる。これにより、AP110で行われるチャンネル推定等の処理の精度を一定のレベルに維持することができる。また、データ信号151の送信終了とともにシグネチャ信号151aの送信が終了する。これにより、他のSTA120がSTA120-1のデータ信号送信の終了を検出することが可能になる。

[0038] そして、ある時点にて、STA120-3において送信すべきデータ信号があるとする。STA120-3は、所定のCSMA(Carrier Sense Multiple Access)アルゴリズムに従って、メディア130が使用中(ビジー)であることを検出する。ここでSTA120-3は、メディアアクセスを遅延させるのではなく、未使用の(利用可能な)サブキャリア群を探すためにスキャンする。

[0039] この場合、STA120-3は、サブキャリア141が属するサブキャリア群の使用(ビジー)であることを検出する、換言すれば、サブキャリア142、143、144が属する三つのサブキャリア群が使用されていないことを検出する。したがって、STA120-3は

、三つの未使用サブキャリア群のうち任意の二つのサブキャリア群を選択する。本実施の形態では、グループBおよびグループDが選択される、すなわち、STA120-3の一つの送信系(例えばアンテナ121-31および送受信部122-31)は、グループBと関連づけられたことになり、STA120-3の他の送信系(例えばアンテナ121-32および送受信部122-32)は、グループDと関連づけられたことになる。

[0040] そして、期間t3において、STA120-3は、四つのサブキャリア142、144を用いてプリアンプル信号152、153を送信する。プリアンプル信号152、153の送信終了後、期間t4において、STA120-3は、複数のサブキャリア145を用いてデータ信号154、155を送信する。なお、STA120-3からの送信に用いられるサブキャリア145は、STA120-1からの送信に用いられているサブキャリア140に同一周波数且つ同一時間で多重される。また、期間t4において、STA120-3は、引き続き四つのサブキャリア142、144を用いて、シグネチャ信号154a、155aの送信も行う。なお、STA120-3によるシグネチャ信号154a、155aおよびデータ信号154、155の送信期間は、期間t4に限られるものではなく、送信すべきデータ信号154、155の送信が終了するときまで継続する。

[0041] このとき、AP110では、STA120-1、120-3からの各空間チャンネルのチャンネルレスポンスの推定が行われているため、個々のサブキャリアを集合的に復調および復号することができ、結果として、複数のSTA120を一つの送信機とみなすことができ、チャンネルの空間多重を実現することが可能となる。

[0042] そして、ある時点にて、STA120-2において送信すべきデータ信号があるとする。STA120-2は、所定のCSMAアルゴリズムに従って、メディア130が使用中であることを検出する。ここで、STA120-2は、未使用のサブキャリア群を探すためにスキャンする。この場合、STA120-2は、サブキャリア143が属するサブキャリア群が使用されていないことを検出する。したがって、STA120-2は、未使用状態で残っているグループCと関連づけられたことになる。

[0043] そして、期間t5において、STA120-2は、二つのサブキャリア143を用いてプリアンプル信号156を送信する。プリアンプル信号156の送信終了後、期間t6において、STA120-2は、複数のサブキャリア146を用いてデータ信号157を送信する。な

お、STA120-2からの送信に用いられるサブキャリア146は、STA120-1、120-3からの送信に用いられているサブキャリア140、145に同一周波数且つ同一時間で多重される。また、期間t6において、STA120-2は、引き続き二つのサブキャリア143を用いて、シグネチャ信号157aの送信も行う。なお、STA120-2によるシグネチャ信号157aおよびデータ信号157の送信期間は、期間t6に限られるものではなく、送信すべきデータ信号157の送信が終了するときまで継続する。このとき、AP110では、STA120-1、120-2、120-3からの各空間チャネルのチャネルレスポンスの推定が行われているため、個々のサブキャリアを集散的に復調および復号することができる。

[0044] なお、上記の動作を実行する本実施の形態のSTA120と同一チャネルを共有する旧来の無線通信機器との共存を図るために、STA120が、メディア130の未使用を検出した時点で、例えばIEEE802.11a等に基づく従来のプリアンプル信号158をプレフィックスしても良い。これにより、旧来の無線通信機器で、STA120の送信開始を検出し、そして、所定の送信持続期間159の間、メディアアクセスを遅延させることが容易となる。また、STA120が、従来のプリアンプル信号における予備的なフィールドの一つを用いて、この送信が新しいプロトコルに基づくものであることを示すようにしても良い。旧来の無線通信機器は、SIGNALフィールドにて規定された期間（例えば、送信持続期間159）が終了した時点で、CCA (Clear Channel Assessment) によりメディア130が使用中であることが検出されるので、さらに続けてメディアアクセスを遅延させる。

[0045] また、上記の動作において、シグネチャ信号は、プリアンプル信号の送信終了後に送信されているが、プリアンプル信号に多重した上で同時に送信開始しても良い。さらに、シグネチャ信号およびプリアンプル信号の各系列符号を同一にした場合、STA120における符号生成処理および多重化処理を簡略化することが可能になる。

[0046] また、プリアンプル信号150、152、153、156、158は、次にメディア130がアイドルになる瞬間まで使用されるOFDM帯域における例えばサブキャリア群の数等に関する情報をシグナリングしても良い。

[0047] また、上記の動作説明の変更例として、STA120-3が二つの送信系の間における

空間多重を用いる代わりに、リンクの信頼性を上げるために例えばAlamouti符号化等のダイバーシチ送信技術を用いても良い。

[0048] 次いで、STA120におけるメディアアクセス制御について説明する。図7は、本実施の形態のSTA120における動作およびその状態遷移を説明するための図である。

[0049] まず、初期状態として、STA120は、アイドルリングの状態である(S1000)。そして、上位層エンティティからデータ信号を受信すると(S1010)、メディア130の状態を探知するための処理を行う(S1020)。そして、メディア130が未使用であることが感知された場合(S1030)、所定のバックオフ処理を実行する(S1040)。一方、メディア状態感知処理(S1020)においてメディア130が使用中であることが感知された場合(S1050)、シグネチャ信号用のサブキャリアの検出を行う(S1060)。このシグネチャ信号用サブキャリア検出処理(S1060)では、未使用のサブキャリアを検出することにより、未使用のサブキャリア群の数、すなわち未使用の空間チャンネル数が判断される。

[0050] STA120が、未使用のサブキャリア群の数が、送信に用いられる送信系の数に対して不足していると判断した場合(S1070)、S1020に戻る。このようにして、データ信号の送信を遅延させることにより、AP110におけるデータ信号の衝突を避け、受信誤り率特性の劣化を防止することができる。一方、未使用のサブキャリア群の数が、送信に用いられる送信系の数に対して十分であると判断した場合(S1080)、バックオフ処理(S1040)に移行する。

[0051] このバックオフ処理(S1040)は、基本的には従来のCSMA方式におけるバックオフ処理、例えば、DCF (Distributed Coordination Function) におけるバックオフ処理と同様であるが、本願発明の特徴を実施するために幾つかの変更を反映している。バックオフ処理(S1040)では、メディア130が少なくともDIFS (Distributed Inter Frame Space) 時間において、未使用であることが検出される度にバックオフカウンタ(ランダムバックオフカウンタ)がデクリメントされる。

[0052] バックオフカウンタは、メディア130が未使用である間、メディア状態感知処理によってシグナリング(S1090)されることにより、スロット時間インターバル毎に(スロット時

間単位で)デクリメントされる。一方、シグネチャ信号用サブキャリア検出処理(S1060)の結果としてバックオフ処理(S1040)に入った場合は、デクリメントされるインターバルの単位が、スロット時間単位からシグネチャ信号用サブキャリア検出時間(つまり、シグネチャ信号の検出に要する時間)に切り替えられる。また、この場合、バックオフカウンタをデクリメントする前の待機期間であるDIFS時間をモニタする必要がなくなる。

- [0053] このように、メディア130の状態に応じてバックオフ処理におけるデクリメントの時間単位を切り替えることにより、メディア130の状態に応じた動作モード切り替えを行うことができる。特に、シグネチャ信号が、その検出に要する時間がスロット時間よりも長くなる特性を有する場合に、1回の検出時間が経過する前にバックオフカウンタが零になってしまいその結果としてデータ信号の衝突が起きてしまうことを回避することができる。
- [0054] バックオフ処理(S1040)において、バックオフカウンタが零でない間は(S1100)、STA120は、メディア状態感知処理(S1020)の状態とバックオフ処理(S1040)の状態とを繰り返す。一方、バックオフカウンタが零となった場合(S1110)、STA120は、未使用サブキャリア群におけるサブキャリアを用いてプリアンプル信号の送信を開始する(S1120)。このように、プリアンプル信号の送信の前にバックオフ処理を行うことにより、他のSTA120から送信されるデータ信号との衝突の発生をより確実に回避することができる。
- [0055] そして、プリアンプル信号の送信が完了すると、STA120は、データ信号(およびシグネチャ信号)の送信を開始する(S1130)。そして、データ信号の送信が完了すると(S1140)、アイドルングの状態(S1000)に戻る。
- [0056] 次いで、本実施の形態の無線LAN100にて実行される、競合ベースおよびポーリングベースの各メディアアクセス制御について説明する。
- [0057] 図8は、本実施の形態の無線LAN100における競合ベースのメディアアクセス制御を説明するための図である。なお、図8は、図7を用いて説明したSTA120における動作およびその状態遷移をカバーするものである。また、図8は、AP110に対するデータ信号送信を競合するSTA120-1、120-3、120-4の動作タイミング例を示し

ている。ここでは、STA120-1、120-3、120-4は、ランダムバックオフカウンタに「2」、「5」、「6」をそれぞれ選択しているものとする。

- [0058] メディア130がDIFS期間にわたって未使用であったとき、STA120-1、120-3、120-4はそれぞれバックオフカウンタのデクリメントを開始する。2スロット時間(ST)経過後、すなわち時間t11のタイミングにて、STA120-1のバックオフカウンタが零までデクリメントされる。STA120-1はこのときプリアンプル信号170の送信を開始する。続いて、データ信号171およびシグネチャ信号の送信が行われる。また、時間t11のタイミングでは、STA120-3、120-4は、メディア130が使用中であると検出する。その結果、STA120-3、120-4でのバックオフ処理におけるデクリメントの時間単位を、スロット時間からシグネチャ検出時間(SDT)に切り替える。
- [0059] 3シグネチャ検出時間経過後、すなわち時間t12のタイミングにて、STA120-3のバックオフカウンタが零までデクリメントされる。STA120-3はこのときプリアンプル信号172の送信を開始する。STA120-3は二つの送信系(アンテナ)を有するため、送信には例えば二つのアンテナ121-31、121-32を用いる。続いて、データ信号173およびシグネチャ信号の送信が行われる。
- [0060] 二つの送信系(アンテナ)を有するSTA120-4は、利用可能なシグネチャ信号用サブキャリアの数が不足していることを検出する。なぜなら、AP110は四つの受信系しかないからである。換言すれば、AP110に対してデータ信号を並行送信できる送信系の総数は最大で四つである。したがって、STA120-4によるメディアアクセスは時間t12から延期され、よって送信処理も延期される。
- [0061] そして、時間t14のタイミングにて、STA120-1がデータ信号171およびシグネチャ信号の送信を終了し、このとき、STA120-4は、バックオフカウンタのデクリメントを行う。そして、時間t15のタイミングにて、STA120-4のバックオフカウンタが零までデクリメントされる。STA120-4はこのときプリアンプル信号174の送信を開始する。STA120-4は二つの送信系(アンテナ)を有するため、送信には例えば二つのアンテナ121-41、121-42を用いる。続いて、データ信号175およびシグネチャ信号の送信が行われる。
- [0062] なお、最後にメディアアクセスしたSTA120-4に関しては、上記の方法に代わる別

のアクセス方法が考えられる。例えば、時間t12のタイミングにて、利用可能な空間チャネルが一つしか残っていないことが検出されると、STA120-4は、一つの送信系のみを使用して送信を行うよう動作モードを切り替えても良い。この場合、STA120-4は時間t12においてもデクリメントを行うことができ、時間t13のタイミングにて、STA120-4のバックオフカウンタが零に達する。この時点で、STA120-4は例えばアンテナ121-41のみを用いてプリアンプル信号176の送信を行う。続いて、データ信号177およびシグネチャ信号の送信が行われる。

[0063] なお、図8において注意すべきことは、トレーニング時間(TT)とシグネチャ検出時間が異なり得るということである。本実施の形態では、シグネチャ信号とプリアンプル信号とは同一であるため、図示されているように、シグネチャ検出時間がトレーニング時間よりも短くなると想定するのが妥当である。

[0064] 次に、本実施の形態の無線LAN100におけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明する。ここで説明するポーリングベースのメディアアクセス制御によれば、複数のSTA120による同時メディアアクセスをAP110が調整することを容易にすることにより、帯域のオーバヘッドを削減し省電力化が促される。

[0065] 同時メディアアクセスの調整に用いられるポーリングフレーム(ConcurrentPoll)180は、メディア130へのアクセスを行っても良い時間と、使用して良い送信系の数と、動作送信モードを示す。また、ポーリングフレーム180は、複数のSTA120に対して同時に帯域を付与するためにAP110から送信される。ポーリングフレーム180は、例えば次のようなフレーム構造を有する。

ConcurrentPoll

{

{AddressSTA1, GrantDuration1, NoTx1, TxMode1}

{AddressSTA2, GrantDuration2, NoTx2, TxMode2}

:

:

{AddressSTAN, GrantDurationN, NoTxN, TxModeN}

}

- [0066] AddressSTAフィールドはポーリングされるSTA120のアドレスを示すGrantDurationフィールドはSTA120がメディア130にアクセスして良い時間を示す。NoTxフィールドは、使用される送信系の数を示し、TxModeフィールドはAP110がSTA120に対して、空間多重、ダイバーシチングナリングまたは両者の組み合わせ等の特定の送信モードを用いるよう指示するのに使用され得る。
- [0067] メディア130の利用効率を最大化するため、AP110は、全ての送信系が使用中となる時間を最大化することのできるスケジューリングエンティティを用いているものとする。上記のフレーム構造に基づくと、これは、全てのSTA120に対するGrantDurationが互いに同一となるようにすることに等しい。
- [0068] 本実施の形態では、各送信系に対して専用のサブキャリア群が割り当てられることとなるが、ポーリングベースの場合、AP110はサブキャリア群の割り当てを明示的に行うことが可能である。これは、例えば、上記フレーム構造における各列にSignatureSubcarrierフィールドを追加することで実現することができる。こうすることによって、STA120は、どのサブキャリア群を使用すれば良いのかを知ることができる。また、このような情報は、上記のフレーム構造において黙示的に組み込まれていても良い。
- [0069] 図9は、本実施の形態の無線LAN100におけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明するための図である。
- [0070] まず、AP110からポーリングフレーム180が例えばSTA120-1、120-2、120-3にポーリングされる。従来のシステムとの共存のためにネットワークアロケーションベクトル(NAV)に相当する期間(NAV設定期間181とする)を設定し他のSTA120からの干渉およびデータ衝突を回避するようにしても良い。また、NAVを設定することによって、従来の端末装置のアクセスをも禁止することができる。
- [0071] そして、ポーリングフレーム180の送信が終了してからSIFS(Short Inter Frame Space)183の期間が経過した後、参照番号182で示されるタイミングにて、STA120-1はプリアンプル信号184の送信を開始し、STA120-2はプリアンプル信号185の送信を開始し、STA120-2はプリアンプル信号186の送信を開始する。これらの送信は同時に開始される。続いて、STA120-1はデータ信号187およびシグネチャ

信号の送信を行い、STA120-2はデータ信号188およびシグネチャ信号の送信を行い、STA120-3はデータ信号189およびシグネチャ信号の送信を行う。

[0072] 以上説明したように、本実施の形態によれば、互いに異なる周波数を有する複数のサブキャリア141、142、143、144を使用してプリアンプル信号を送信するとともにサブキャリア141、142、143、144と異なる周波数を有するサブキャリア140を使用してデータ信号を送信するため、STA120が無線LAN100に分散配置された状況であっても時間領域においてプリアンプル信号間の直交性を維持することが可能となり、複数のSTA120がAP110に対して同時にデータ信号を送信することが可能になり、よって、無線LAN100におけるスループットを向上させることができる。

[0073] また、本実施の形態によれば、サブキャリア141、142、143、144のうち未使用のものを検出し、データ信号の送信を行うときに、検出された未使用シグネチャサブキャリアを用いてシグネチャ信号を送信するため、時間領域においてプリアンプル信号間の直交性を維持する効果を、ポーリングベースのメディアアクセス制御だけでなく競合ベースでのメディアアクセス制御においても確実に実現することができる。

[0074] また、本実施の形態によれば、サブキャリア141、142、143、144の数は、AP110に対してデータ信号を並行送信することが可能なアンテナの総数に対応し、サブキャリア141、142、143、144のうち少なくとも一つの未使用サブキャリアを検出するため、AP110に対するデータ信号の並行送信にあと幾つのアンテナが使用可能であるかをSTA120にて把握することができ、これに応じてデータ信号の並行送信を行うことができる。また、本実施の形態によれば、あるSTA120がAP110に対するデータ信号の送信を既に行っている状況において他のSTA120がデータ信号の並行送信に参入する場合であっても、AP110は受信制御処理を個別に行うことができる。

[0075] また、本実施の形態によれば、サブキャリア141、142、143、144の各々は複数のサブキャリア群のいずれかに属し、サブキャリア群の数は、AP110に対してデータ信号を並行送信することが可能なアンテナの総数と同数である。また、複数のサブキャリア群のうち未使用のものを検出し、アンテナ121-1〜121-M_Tのうち、検出された未使用サブキャリア群の数以下の数のアンテナを介してデータ信号の送信を行う。この結果、例えば、検出された未使用サブキャリア群の数が、STA120のアンテナ数

以上の場合、全てのアンテナを介してデータ信号の送信を行うことができ、検出された未使用サブキャリア群の数が、STA120のアンテナ数以下の場合、未使用サブキャリア群数と同数のアンテナを介してデータ信号の送信を行うことができる。

[0076] なお、本実施の形態で説明した無線LAN100には、幾つかの応用分野がある。すなわち、企業においては、無線アクセス対応のノート型コンピュータを机上で用い、時々、これを会議室等へ移動させて用いることができる。一方、家庭においては、APを、セットトップボックス、メディアプレーヤおよびインターネットへのポータルからなるホームAVサーバに接続し、無線アクセス機能を備えた各種の機器、例えば表示パネル、カメラ、ノート型コンピュータ等がインターネットやホームAVサーバに格納された情報にアクセスする等して用いることができる。

[0077] また、本実施の形態の無線LAN100は、データサービスを利用するSTAがアクセスするオフィスビルのロビーやコーヒーショップ等のセルラーホットスポットにも応用することができる。

[0078] (実施の形態2)

図10は、本発明の実施の形態2に係る無線送信装置を適用した携帯端末装置(STA)の構成を示すブロック図である。なお、図10に示すSTA200は、実施の形態1で説明したSTA120と同様の基本的構成を有している。実施の形態1で説明したものと同様の装置、構成要素およびステップには同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0079] また、STA200は、図1および図2を用いて説明した、中央の送受信装置(AP110)を有するタイプの無線LAN100と、アドホック型の無線LAN100aにおいて用いることができる。なお、本実施の形態では、図1に示された無線LAN100においてSTA200を使用する場合を例にとって詳細に説明する。また、実施の形態1と同様に、本実施の形態では、無線LAN100において移動可能に分散配置されたN基のSTA200-1〜200-Nが使用される。N基のSTA200-1〜200-Nの任意の1基以上のSTAについて言及するとき、「STA200」と言う。

[0080] N基のSTA200-1〜200-Nの各々は、相互に独立した信号を同一周波数帯域にて同時に送信することが可能な M_{TN} 本のアンテナ201-11〜201-1 M_{T1} 、…、20

1-N1-201-NM_{TN}有する。なお、STA200に言及するとき、STA200が有するアンテナを「アンテナ201-1-201-M_T」と言う。

- [0081] また、STA200は、M_T本のアンテナ201-1-201-M_Tにそれぞれ対応し、上位層エンティティから入力されたデータ信号に対して所定の処理を施した上で無線送信する送受信部202-1-202-M_Tと、メディア130を介してAP110との間で行われる無線通信に用いられる通信周波数帯域において未使用のサブキャリアを検出する未使用サブキャリア検出部203と、を有する。M_T本のアンテナ201-1-201-M_Tと、M_T本のアンテナ201-1-201-M_Tにそれぞれ対応し、上位層エンティティから入力されたデータ信号に対して所定の処理を施した上で無線送信する送受信部202-1-202-M_Tとは、M_T個の送受信系を構成する。なお、各構成要素における動作の詳細については後で詳述する。また、本実施の形態では、実施の形態1と同様に、STA200が無線送信装置としての機能を実行しAP110が無線受信装置としての機能を実行する場合に焦点をあて、これ以外の場合についての詳細な説明を省略する。

- [0082] 次いで、上記構成を有するSTA200における動作について説明する。

- [0083] 図11は、本実施の形態の無線LAN100における周波数帯域の割り当てを説明するための図である。

- [0084] 無線LAN100を高スループットの無線通信ネットワークシステムとして実現するためには、複数のSTA200が同時にメディア130にアクセスし、AP110に対して同時並行でデータ伝送を行うことが必要である。AP110へのデータ信号の並行送信を行うためには、各STA200からAP110に対して送信されるプリアンブル信号同士およびシグネチャ信号同士の直交性を保ち非同期の問題を克服することが不可欠である。

- [0085] 信号間の直交性を維持することを達成するための方法の一つとして、AP110宛てのデータ伝送を行う各送信系に対して個別にサブキャリアが割り当てられるようにすることが挙げられる。

- [0086] 図11に示す帯域割り当てにおいて、プリアンブル信号の送信に利用可能な複数のサブキャリア211が全てのSTA200によって共有されている。このように、プリアンブル信号送信専用の複数のサブキャリア211を全てのSTA200の間で共用することに

より、AP110での例えばチャネル推定等の処理において一定の精度を確保することができる。

[0087] また、シグネチャ信号の送信に利用可能なサブキャリアは複数のサブキャリア群に分けられている。本実施の形態では、AP110が四つの受信系(アンテナ)を有していることを想定するため、四つのサブキャリア212、213、214、215が、シグネチャ信号の送信に利用可能である。

[0088] これらのサブキャリア211、212、213、214、215は互いに異なる周波数を有する。そして、これらのサブキャリア211、212、213、214、215の間の帯域にデータ信号送信用の複数のサブキャリア210が配置されている。複数のサブキャリア210は、一つのサブキャリアクラスタを構成する。このように、プリアンブル信号およびシグネチャ信号の送信に用いられるサブキャリア211、212、213、214、215の各周波数を、無線通信の使用周波数帯域において分散させることにより、AP110での例えばチャネル推定等の精度を向上させることができる。

[0089] なお、グループ数、グループあたりのサブキャリア数、グループ間の間隔等を含む周波数帯域の割り当ては、チャネルの帯域幅および動的状態並びに送受信装置の性能に適合するように決定される。また、周波数帯域の割り当ては、AP110が例えばビーコンを用いて全てのSTA200に対して報知しても良いが、本実施の形態では、全てのSTA200が何らかの方法によって予め周波数帯域割当に関する情報を有しているものと想定する。本実施の形態では、STA200-1が有する送信系の数は一つであり、STA200-2が有する送信系の数は一つであり、STA200-3が有する送信系の数は二つであり、STA200-4が有する送信系の数は二つであり、AP110が有する受信系の数は四つであることを想定する。

[0090] 図12および図13は、図11に示す周波数帯域割り当てに基づくSTA200の動作説明図であり、図12は、使用されるサブキャリアの周波数の観点から見た動作説明図であり、図13は、サブキャリアが使用される時間の観点から見た動作説明図である。

[0091] まず、時刻 t_0 において、STA200-1は、メディア130が未使用(アイドル)であることを確認すると、期間 t_1 において、複数のサブキャリア211を用いてプリアンブル信号220を送信し、これと同時に、サブキャリア212を用いてシグネチャ信号220aを送

信する。このように、シグネチャ信号220aの送信をプリアンプル信号220の送信と同時に開始することにより、AP110宛でのデータ信号送信が予定されていることを他のSTA200に対して通知することができる。

- [0092] プリアンプル信号220の送信終了後、期間t2において、STA200-1は、複数のサブキャリア210を用いてデータ信号221を送信する。また、期間t2において、STA200-1は、引き続きサブキャリア212を用いてシグネチャ信号220aの送信も行う。これにより、サブキャリア212が使用されていること、換言すれば、STA200-1が一つの送信系を用いて送信していること、さらに換言すれば、AP110の利用可能な四つの受信系の一つが使用されていることを他のSTA200に対して示すことができる。
- [0093] これにより、AP110に対してデータ信号の送信を行おうとする他のSTA200が、あと幾つの送信系を使用することが可能であるかを把握することが可能になる。
- [0094] なお、STA200-1によるシグネチャ信号220aおよびデータ信号221の送信期間は、期間t2までではなく、送信すべきデータ信号221の送信が終了するときまで継続する。
- [0095] そして、ある時点にて、STA200-3において送信すべきデータ信号があるとする。STA200-3は、CSMAアルゴリズムに従って、メディア130が使用中(ビジー)であることを検出する。ここでSTA200-3は、メディアアクセスを遅延させるのではなく、未使用の(利用可能な)サブキャリアを探すためにスキャンする。
- [0096] この場合、STA200-3は、複数のサブキャリア211が使用されていないことを検出する。また、サブキャリア212の使用を検出する、換言すれば、三つのサブキャリア213、214、215が使用されていないことを検出する。したがって、STA200-3は、三つの未使用サブキャリア213、214、215のうち任意の二つのサブキャリアを選択する。本実施の形態では、サブキャリア213、215を選択し、選択したサブキャリア213、215でSTA200-3のシグネチャ信号を送信することを想定する。
- [0097] そして、期間t3において、STA200-3は、複数のサブキャリア211を用いてプリアンプル信号222を一つの送信系(例えばアンテナ201-31)から送信し、これと同時に、サブキャリア215を用いてシグネチャ信号222aを送信する。プリアンプル信号222の送信終了後、期間t4において、STA200-3は、複数のサブキャリア211を用い

てプリアンプル信号223をもう一つの送信系(例えばアンテナ201-32)から送信し、これと同時に、サブキャリア213を用いてシグネチャ信号223aを送信する。このとき、アンテナ201-31からのプリアンプル信号222aの送信は継続されている。

[0098] このように、プリアンプル信号送信用のサブキャリア211を送信系毎に時分割で使用するによって、送信系間のプリアンプル信号の直交性を維持することができる。

[0099] そして、期間t5において、STA200-3は、複数のサブキャリア216を用いてデータ信号224、225を送信する。なお、STA200-3からの送信に用いられるサブキャリア216は、STA200-1からの送信に用いられているサブキャリア210に同一周波数且つ同一時間で多重される。また、期間t5において、STA200-3は、引き続きサブキャリア213、215を用いてシグネチャ信号222a、223aの送信も行う。なお、STA200-3によるシグネチャ信号222a、223aおよびデータ信号224、225の送信期間は、期間t5までではなく、送信すべきデータ信号224、225の送信が終了するときまで継続する。このとき、AP110では、STA200-1、200-3からの各空間チャネルのチャネルレスポンスの推定が行われているため、個々のサブキャリアを集合的に復調および復号することができ、結果として、複数のSTA200を一つの送信機とみなすことができ、チャネルの空間多重を実現することが可能となる。

[0100] そして、ある時点にて、STA200-2において送信すべきデータ信号があるとする。STA200-2は、所定のCSMAアルゴリズムに従って、メディア130が使用中であることを検出する。ここで、STA200-2は、未使用のサブキャリアを探すためにスキャンする。この場合、STA200-2は、複数のサブキャリア211が使用されていないことを検出する。また、サブキャリア214が使用されていないことを検出する。

[0101] そして、期間t6において、STA200-2は、複数のサブキャリア211を用いてプリアンプル信号226を送信し、これと同時に、サブキャリア214を用いてシグネチャ信号226aを送信する。プリアンプル信号226の送信終了後、期間t7において、STA200-2は、複数のサブキャリア217を用いてデータ信号227を送信する。なお、STA200-2からの送信に用いられるサブキャリア217は、STA200-1、200-3からの送信に用いられているサブキャリア210、216に同一周波数且つ同一時間で多重される。また、期間t7において、STA200-2は、引き続きサブキャリア214を用いてシグネチ

チャ信号226aの送信も行う。なお、STA200-2によるシグネチャ信号226aおよびデータ信号227の送信期間は、期間t7までではなく、送信すべきデータ信号227の送信が終了するときまで継続する。このとき、AP110では、STA200-1、200-2、200-3からの各空間チャンネルのチャンネルレスポンスの推定が行われているため、個々のサブキャリアを集合的に復調および復号することができる。

[0102] なお、上記の動作を実行する本実施の形態のSTA200と同一チャンネルを共有する旧来の無線通信機器との共存を図るために、STA200が、メディア130の未使用を検出した時点で、例えばIEEE802.11a等に基づく従来のプリアンプル信号228をプレフィックスしても良い。これにより、旧来の無線通信機器で、STA200の送信開始を検出し、そして、所定の送信持続期間229の間、メディアアクセスを遅延させることが容易となる。また、STA200が、従来のプリアンプル信号における予備的なフィールドの一つを用いて、この送信が新しいプロトコルに基づくものであることを示すようにしても良い。旧来の無線通信機器は、SIGNALフィールドにて規定された期間（例えば、送信持続期間229）が終了した時点で、CCA (Clear Channel Assessment) によりメディア130が使用中であることが検出されるので、さらに続けてメディアアクセスを遅延させる。

[0103] また、プリアンプル信号211は、次にメディア130がアイドルになる瞬間まで使用されるOFDM帯域に関する情報（例えば、プリアンプル信号送信用のサブキャリアの数、データ信号送信用のサブキャリアの数、シグネチャ信号送信用のサブキャリアの数、および、これらのサブキャリアの間隔等）をシグナリングしても良い。

[0104] 次いで、STA200におけるメディアアクセス制御について説明する。図14は、本実施の形態のSTA200における動作およびその状態遷移を説明するための図である。

[0105] 本実施の形態では、メディア状態感知処理(S1020)においてメディア130が使用中であることが感知された場合(S1050)、プリアンプル信号送信用として全てのSTA200間で共有されているサブキャリアが使用されているか否かの検出を行う(S2010)。共有サブキャリアが使用中であることが検出された場合(S2020)、メディア状態感知処理(S1020)に戻る。一方、共有サブキャリアが使用可能であることが検出さ

れた場合(S2030)、シグネチャ信号用サブキャリア検出処理(S1060)に進む。

[0106] また、本実施の形態では、バックオフ処理(S1040)においてバックオフカウンタが零となった場合(S1110)、STA200は、プリアンプル信号送信用の共有サブキャリアを用いてプリアンプル信号の送信を開始し、シグネチャ信号送信用のサブキャリアを用いてシグネチャ信号の送信を開始する(S1125)。

[0107] 次いで、本実施の形態の無線LAN100にて実行される、競合ベースおよびポーリングベースの各メディアアクセス制御について説明する。

[0108] 図15は、本実施の形態の無線LAN100における競合ベースのメディアアクセス制御を説明するための図である。なお、図15は、図14を用いて説明したSTA200における動作およびその状態遷移をカバーするものである。また、図15は、AP110に対するデータ信号送信を競合するSTA200-1、200-3、200-4の動作タイミング例を示している。ここでは、STA200-1、200-3、200-4は、ランダムバックオフカウンタに「2」、「5」、「6」をそれぞれ選択しているものとする。

[0109] メディア130がDIFS期間にわたって未使用であったとき、STA200-1、200-3、200-4はそれぞれバックオフカウンタのデクリメントを開始する。2スロット時間(ST)経過後、すなわち時間t11のタイミングにて、STA200-1のバックオフカウンタが零までデクリメントされる。STA200-1はこのときプリアンプル信号260の送信およびシグネチャ信号の送信を開始する。続いて、時間t12のタイミングにて、プリアンプル信号260の送信が終了するとともに、データ信号261の送信が開始される。シグネチャ信号の送信は継続される。

[0110] 一方、時間t11のタイミングでは、STA200-3、200-4は、メディア130が使用中であると検出する。その結果、STA200-3、200-4でのバックオフ処理におけるデクリメントの時間単位を、スロット時間からシグネチャ検出時間(SDT)に切り替える。

[0111] 3シグネチャ検出時間経過後、すなわち時間t13のタイミングにて、STA200-3のバックオフカウンタが零に達する。STA200-3はこのとき一つの送信系(例えばアンテナ201-31)を用いてプリアンプル信号262およびシグネチャ信号の送信を開始する。続いて、プリアンプル信号262の送信が終了するとともに、STA200-3はもう一つの送信系(例えばアンテナ201-32)を用いてプリアンプル信号263およびシグ

ネチャ信号の送信を開始される。そして、時間t14のタイミングにて、プリアンブル信号263の送信が終了し、STA200-3は、アンテナ201-31を用いたデータ信号264の送信およびアンテナ201-32を用いたデータ信号265の送信を開始する。各アンテナ201-31、201-32からのシグネチャ信号の送信は継続されている。

[0112] 二つの送信系(アンテナ)を有するSTA200-4は、利用可能なシグネチャ信号用サブキャリアの数が不足していることを検出する。なぜなら、AP110は四つの受信系しかないからである。換言すれば、AP110に対してデータ信号を並行送信できる送信系の総数は最大で四つである。したがって、STA200-4によるメディアアクセスは時間t14から延期され、よって送信処理も延期される。

[0113] そして、時間t16のタイミングにて、STA200-1がデータ信号261およびシグネチャ信号の送信を終了し、このとき、STA200-4は、バックオフカウンタのデクリメントを行う。そして、時間t17のタイミングにて、STA200-4のバックオフカウンタが零に到達する。

[0114] STA200-4はこのとき一つの送信系(例えばアンテナ201-41)を用いてプリアンブル信号266およびシグネチャ信号の送信を開始する。続いて、プリアンブル信号266の送信が終了するとともに、STA200-4はもう一つの送信系(例えばアンテナ201-42)を用いてプリアンブル信号267およびシグネチャ信号の送信を開始される。そして、プリアンブル信号267の送信が終了したとき、STA200-4は、アンテナ201-41を用いたデータ信号268の送信およびアンテナ201-42を用いたデータ信号269の送信を開始する。各アンテナ201-41、201-42からのシグネチャ信号の送信は継続されている。

[0115] なお、最後にメディアアクセスしたSTA200-4に関しては、上記の方法に代わる別のアクセス方法が考えられる。例えば、時間t14のタイミングにて、利用可能な空間チャネルが一つしか残っていないことが検出されると、STA200-4は、一つの送信系のみを使用して送信を行うよう動作モードを切り替えても良い。この場合、STA200-4は時間t14においてもデクリメントを行うことができ、時間t15のタイミングにて、STA200-4のバックオフカウンタが零に達する。この時点で、STA200-4は例えばアンテナ201-41のみを用いてプリアンブル信号270およびシグネチャ信号の送信を行

う。続いて、データ信号271およびシグネチャ信号の送信が行われる。

[0116] 次に、本実施の形態の無線LAN100におけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明する。ここで説明するポーリングフレーム280は実施の形態1で説明したポーリングフレーム180と略同一のフレーム構造を有するため、その詳細な説明を省略する。

[0117] 本実施の形態では、各送信系に対して専用のサブキャリアが割り当てられることとなるが、ポーリングベースの場合、AP110はサブキャリアの割り当てを明示的に行うことが可能である。これは、例えば、ポーリングフレーム280のフレーム構造における各列にSignatureSubcarrierフィールドを追加することで実現することができる。こうすることによって、STA200は、シグネチャ信号の送信にどのサブキャリアを使用すれば良いのかを知ることができる。また、このような情報は、上記のフレーム構造において黙示的に組み込まれていても良い。

[0118] 図16は、本実施の形態の無線LAN100におけるポーリングベースのメディアアクセス制御を説明するための図である。

[0119] まず、AP110からポーリングフレーム280が例えばSTA200-1、200-2、200-3にポーリングされる。従来のシステムとの共存のためにネットワークアロケーションベクトル(NAV)に相当する期間(NAV設定期間281とする)を設定し他のSTA200からの干渉およびデータ衝突を回避するようにしても良い。

[0120] 本実施の形態では、ポーリングフレーム280の送信が終了してからSIFS282の期間が経過した後、参照番号283で示されるタイミングにて、STA200-1はプリアンプル信号284およびシグネチャ信号の送信を開始する。

[0121] そして、トレーニング時間(TT)の終了後、参照番号285で示されるタイミングにて、STA200-1はプリアンプル信号284の送信を終了するとともにデータ信号286の送信を開始する。また、これと同時に、STA200-2は、プリアンプル信号287およびシグネチャ信号の送信を開始する。なお、トレーニング時間は、例えば、ネットワークノードのMIB(Management Information Base)における定数として実施することが可能である。

[0122] そして、参照番号288で示されるタイミングにて、STA200-2は、プリアンプル信号

287の送信を終了するとともにデータ信号288の送信を開始する。また、これと同時に、STA200-3は、第1の送信系を用いてプリアンプル信号289およびシグネチャ信号の送信を開始する。

[0123] そして、参照番号290で示されるタイミングにて、STA200-3は、第1の送信系を用いたプリアンプル信号287の送信を終了し、第2の送信系を用いてプリアンプル信号291およびシグネチャ信号の送信を開始する。そして、参照番号292で示されるタイミングにて、STA200-3は、第2の送信系を用いたプリアンプル信号291の送信を終了し、第1の送信系および第2の送信系のそれぞれを用いてデータ信号293の送信を開始する。

[0124] 以上説明したように、本実施の形態によれば、サブキャリア212、213、214、215の数は、AP110に対してデータ信号を並行送信することが可能なアンテナの総数と同数である。また、サブキャリア212、213、214、215のうち未使用のものを検出し、アンテナ201-1〜201- M_T のうち検出された未使用サブキャリアの数以下の数のアンテナを介してデータ信号の送信を行う。この結果、例えば、検出された未使用サブキャリアの数が、STA200のアンテナ数以上の場合には、全てのアンテナを介してデータ信号の送信を行うことができ、検出された未使用サブキャリアの数が、STA200のアンテナ数以下の場合には、未使用サブキャリア数と同数のアンテナを介してデータ信号の送信を行うことができる。

[0125] 本明細書は、2003年12月26日出願の特願2003-433897に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

産業上の利用可能性

[0126] 本発明の無線送信装置および無線送信方法は、無線通信ネットワークにおけるスループットを向上させる効果を有し、例えば無線LAN等の無線通信ネットワークシステムにおいて有用である。

請求の範囲

- [1] 少なくとも一つの送信アンテナと、
前記少なくとも一つの送信アンテナを介してプリアンプル信号およびデータ信号を送信する送信手段と、を有し、
前記送信手段は、
プリアンプル信号の送信に、前記送信アンテナ毎に割り当てられたプリアンプルサブキャリアを使用し、データ信号の送信に、前記プリアンプルサブキャリアと異なる周波数を有するデータサブキャリアを使用する、無線送信装置。
- [2] シグネチャ信号の送信に用いられ前記データサブキャリアと異なる周波数を有する複数のシグネチャサブキャリアのうち未使用シグネチャサブキャリアを検出する検出手段をさらに有し、
前記送信手段は、
データ信号の送信を行うとき、検出された未使用シグネチャサブキャリアを用いてシグネチャ信号を送信する、請求の範囲1記載の無線送信装置。
- [3] 前記複数のシグネチャサブキャリアの数は、データ信号の宛先である無線受信装置に対してデータ信号を並行で送信することが可能な送信アンテナの総数に対応し、
前記検出手段は、
前記複数のシグネチャサブキャリアのうち少なくとも一つの未使用シグネチャサブキャリアを検出する、請求の範囲2記載の無線送信装置。
- [4] 前記送信手段は、
データ信号の送信を行う前に、プリアンプル信号の送信を行う、請求の範囲3記載の無線送信装置。
- [5] 前記複数のシグネチャサブキャリアの各々は複数のサブキャリア群のいずれかに属し、前記複数のサブキャリア群の数は前記送信アンテナの総数以下の数であり、
前記送信アンテナは、複数の送信アンテナを含み、
前記検出手段は、
前記複数のサブキャリア群のうち少なくとも一つの未使用サブキャリア群を検出し、

- 前記送信手段は、
前記複数の送信アンテナのうち、検出された少なくとも一つの未使用サブキャリア群の数以下の数の送信アンテナを介して、データ信号の送信を行う、請求の範囲3記載の無線送信装置。
- [6] 前記送信手段は、
データ信号の送信に用いられる前記送信アンテナの数と同数のサブキャリア群に属するシグネチャサブキャリアを用いて、シグネチャ信号の送信を行う、請求の範囲5記載の無線送信装置。
- [7] 前記送信手段は、
検出された未使用シグネチャサブキャリアと同一の周波数を有するプリアンブルサブキャリアを用いてプリアンブル信号の送信を行う、請求の範囲4記載の無線送信装置。
- [8] 前記複数のシグネチャサブキャリアの数は、前記送信アンテナの総数以下の数であり、
前記送信アンテナは、複数の送信アンテナを含み、
前記検出手段は、
前記複数のシグネチャサブキャリアのうち少なくとも一つの未使用シグネチャサブキャリアを検出し、
前記送信手段は、
前記複数の送信アンテナのうち、検出された少なくとも一つの未使用シグネチャサブキャリアの数以下の数の送信アンテナを介して、データ信号の送信を行う、請求の範囲3記載の無線送信装置。
- [9] 前記検出手段は、
前記プリアンブルサブキャリアの使用状況を検出し、
前記送信手段は、
前記プリアンブルサブキャリアの未使用が検出されたときにプリアンブル信号の送信を行う、請求の範囲4記載の無線送信装置。
- [10] 前記送信手段は、

プリアンプル信号の送信を開始するとき、シグネチャ信号の送信を開始する、請求の範囲8記載の無線送信装置。

[11] 前記送信手段は、

データ信号の送信に用いられる前記送信アンテナの数と同数のシグネチャサブキャリアを用いて、シグネチャ信号の送信を行う、請求の範囲8記載の無線送信装置。

[12] 前記送信手段は、

データ信号の送信を終了するとき、シグネチャ信号の送信を終了する、請求の範囲3記載の無線送信装置。

[13] 前記送信手段は、

データ信号の送信が行われる期間において継続的にシグネチャ信号の送信を行う、請求の範囲3記載の無線送信装置。

[14] 前記送信手段は、

検出された未使用シグネチャサブキャリアが不足している場合、データ信号の送信を遅延させる、請求の範囲3記載の無線送信装置。

[15] 前記送信手段は、

前記検出手段によって未使用シグネチャサブキャリアが検出されたとき、プリアンプル信号の送信が行われる前に、所定のバックオフ処理を行う、請求の範囲4記載の無線送信装置。

[16] 前記送信手段によって送信されるデータ信号を前記無線受信装置に伝送するメディアの状態を判定する判定手段をさらに有し、

前記送信手段は、

判定されたメディアの状態に応じて、バックオフ処理におけるデクリメントの時間単位を切り替える、請求の範囲15記載の無線送信装置。

[17] 請求の範囲1記載の無線送信装置を有することを特徴とする無線通信ネットワークシステム。

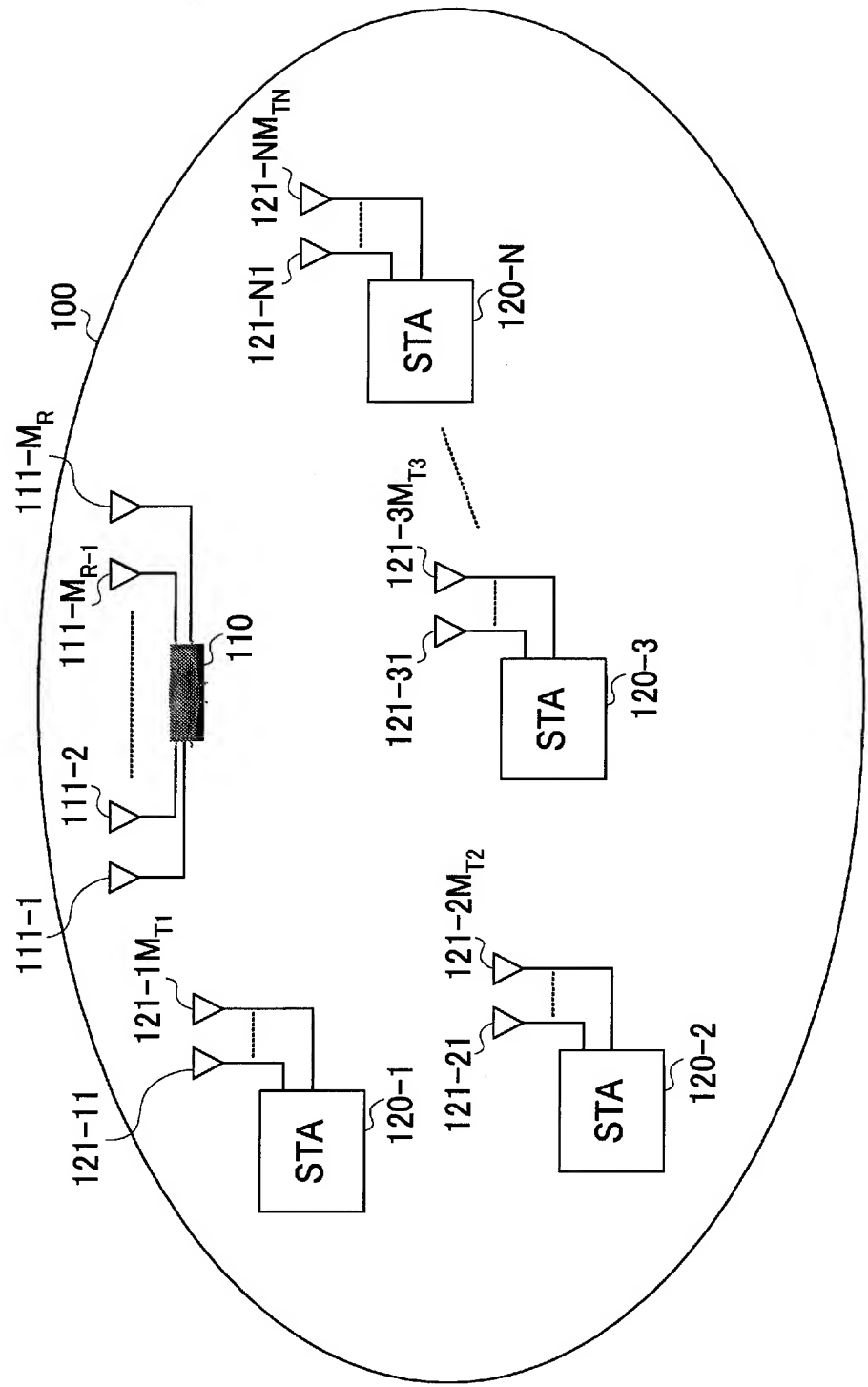
[18] 少なくとも一つの送信アンテナを介してプリアンプル信号およびデータ信号を送信する送信ステップを有し、

前記送信ステップは、

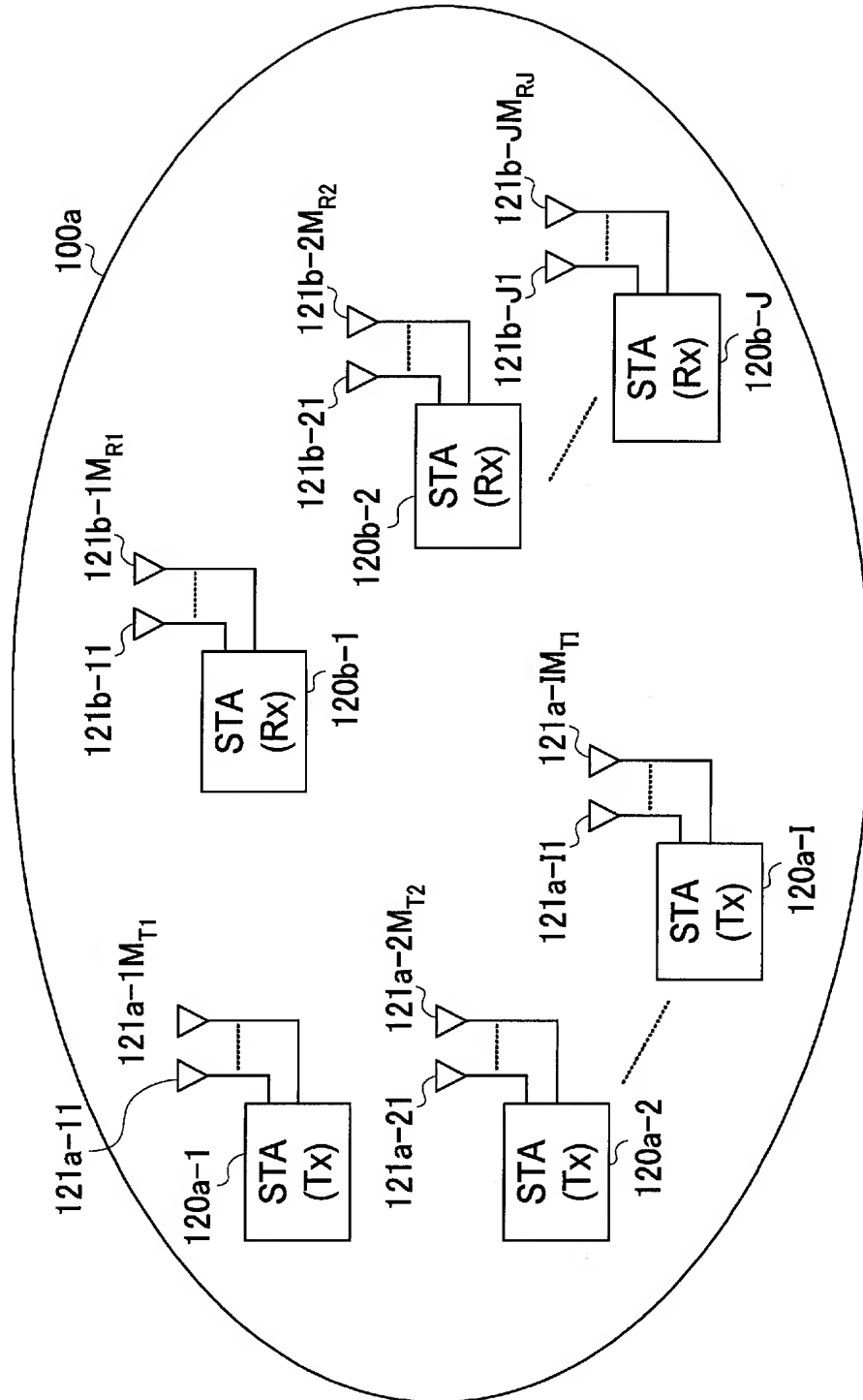
前記送信アンテナ毎に割り当てられたプリアンプルサブキャリアを使用してプリアンプル信号の送信を行うプリアンプル送信ステップと、

前記プリアンプルサブキャリアと異なる周波数を有するデータサブキャリアを使用してデータ信号の送信を行うデータ送信ステップと、を有する無線送信方法。

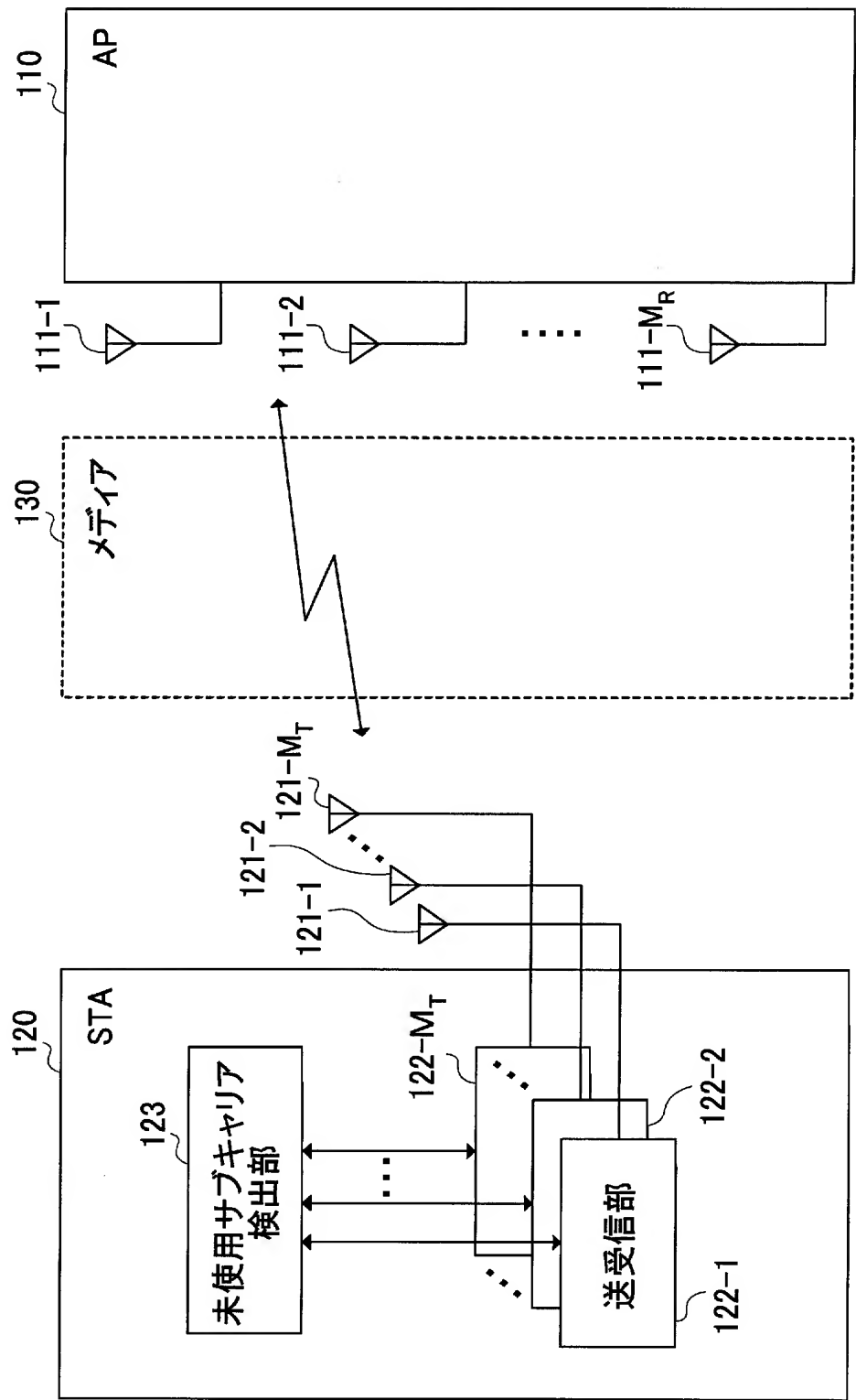
[図1]



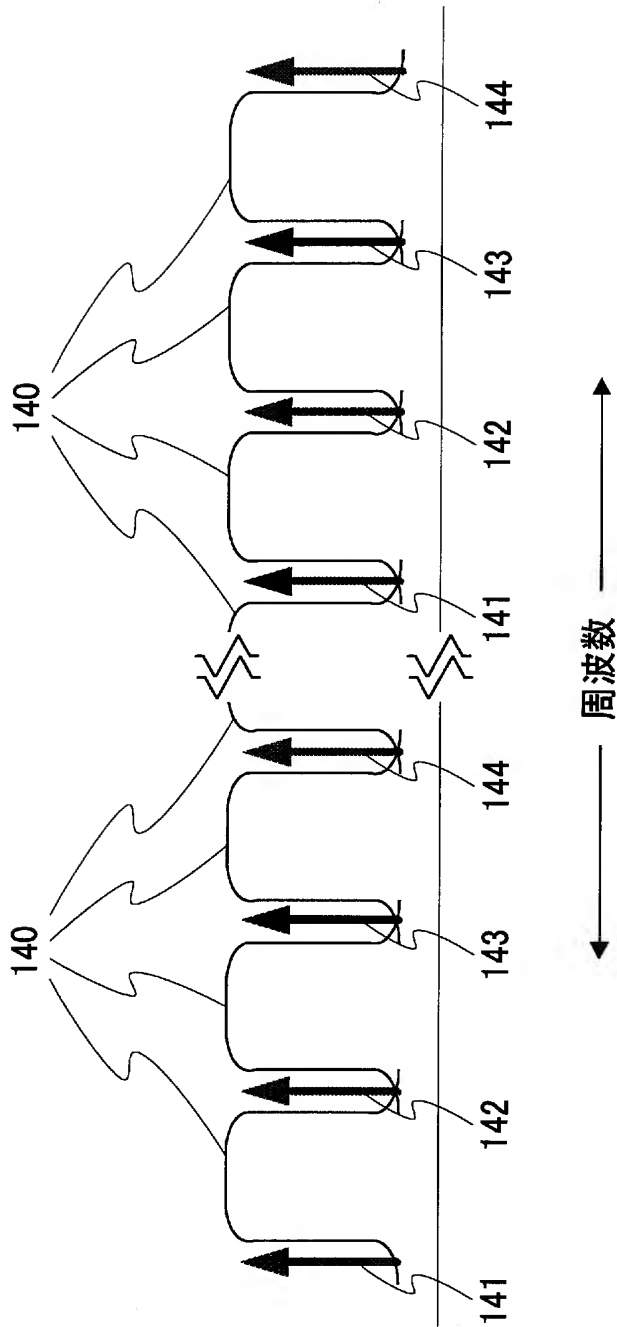
[図2]



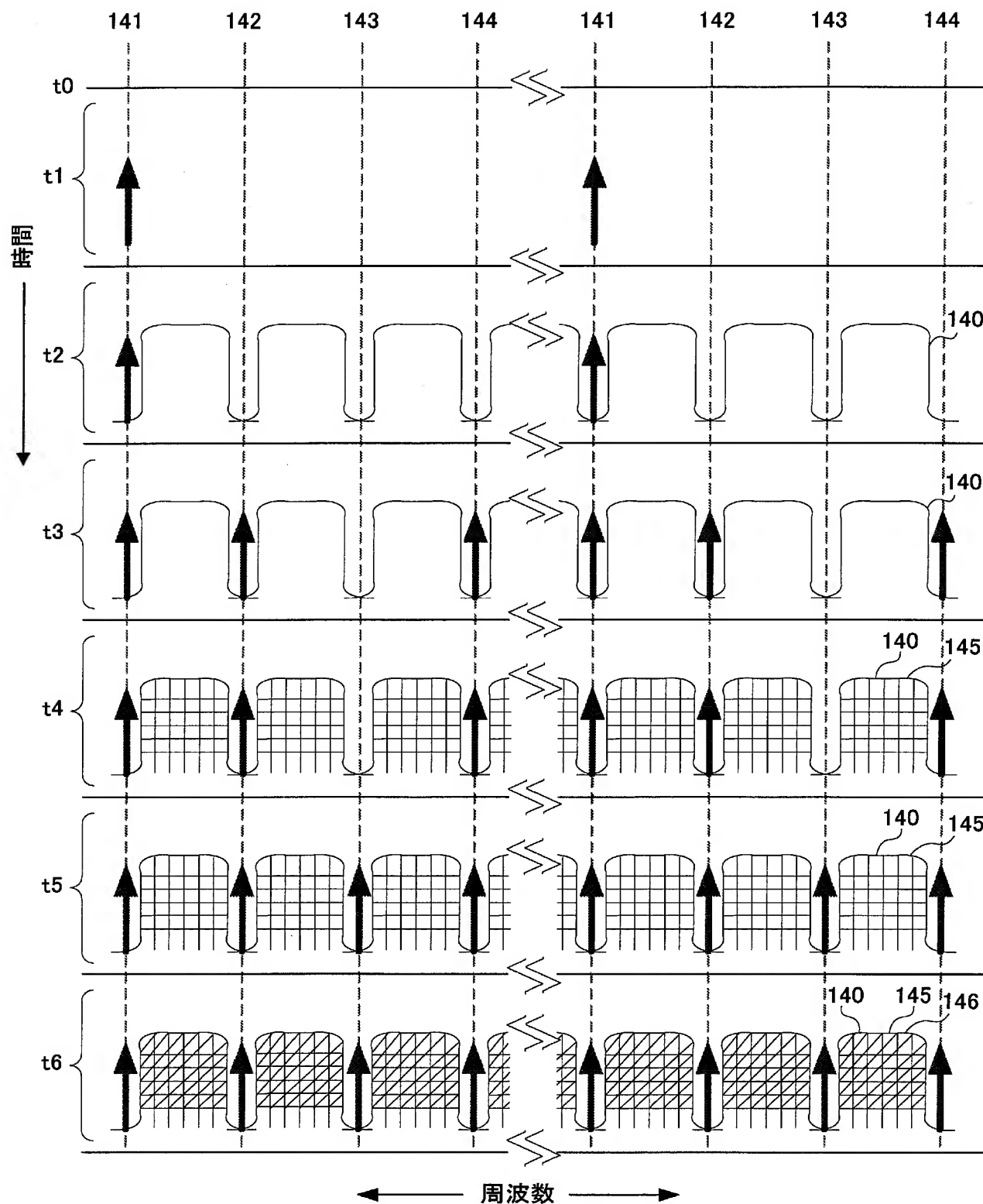
[図3]



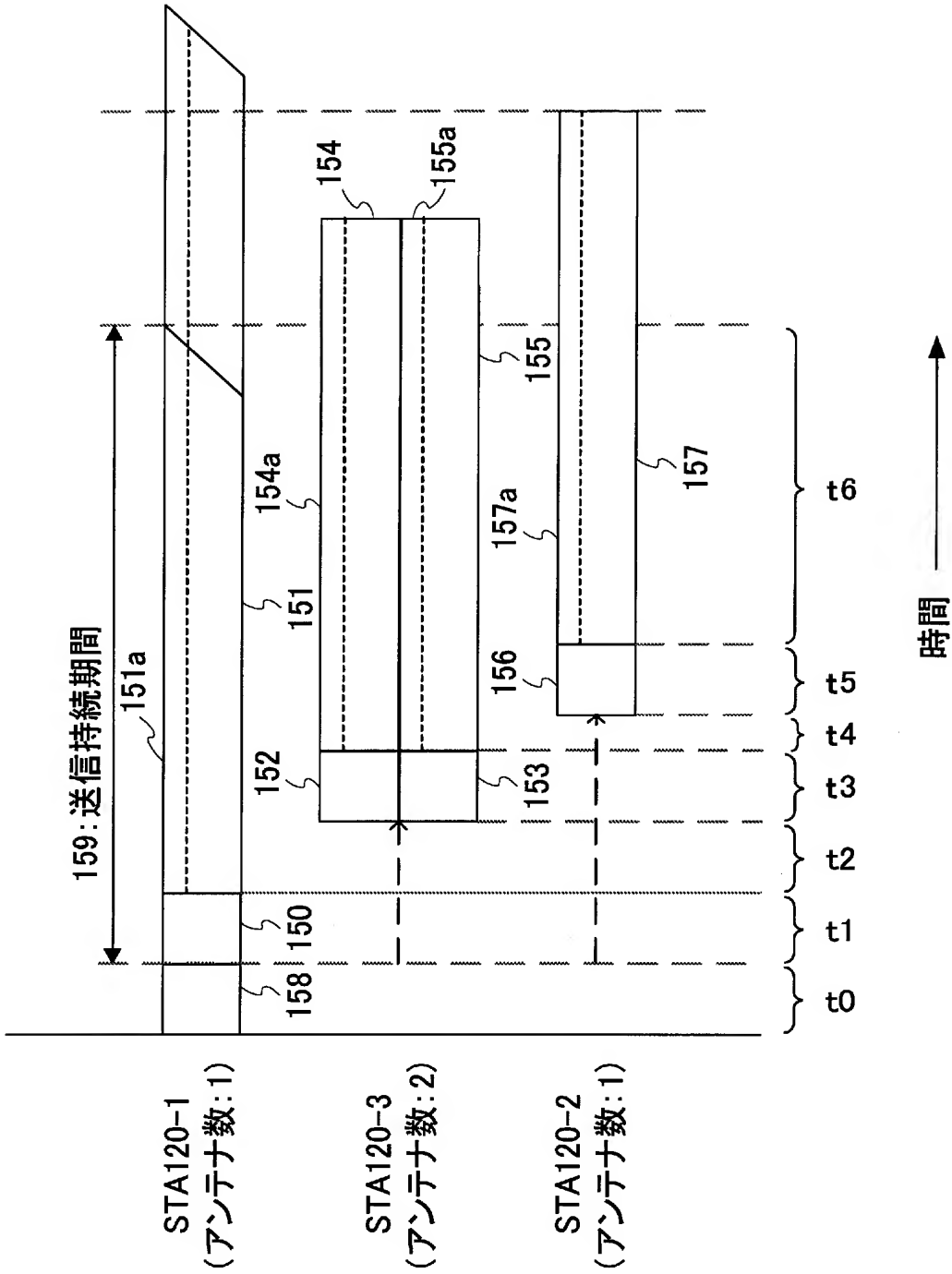
[図4]



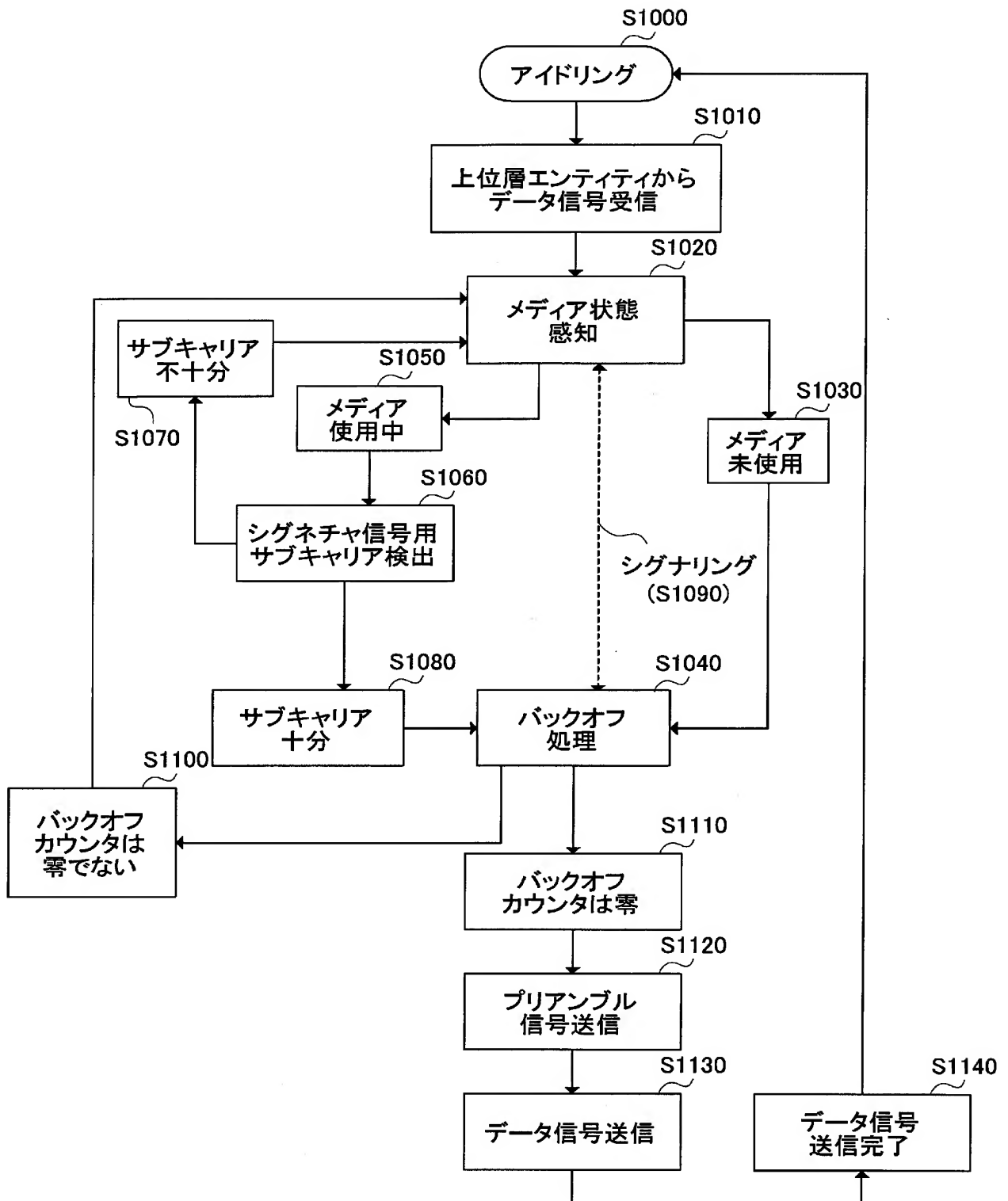
[図5]



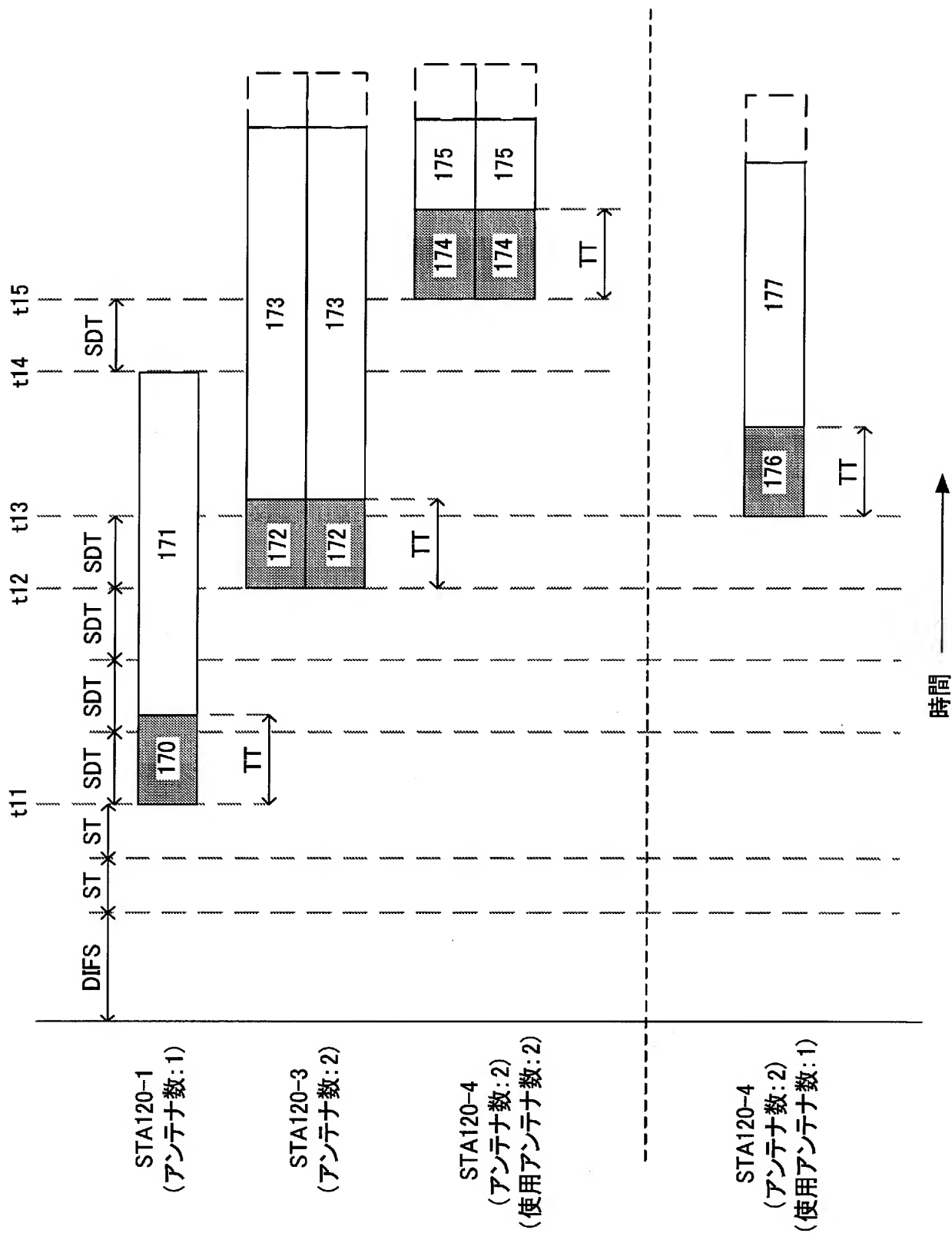
[図6]



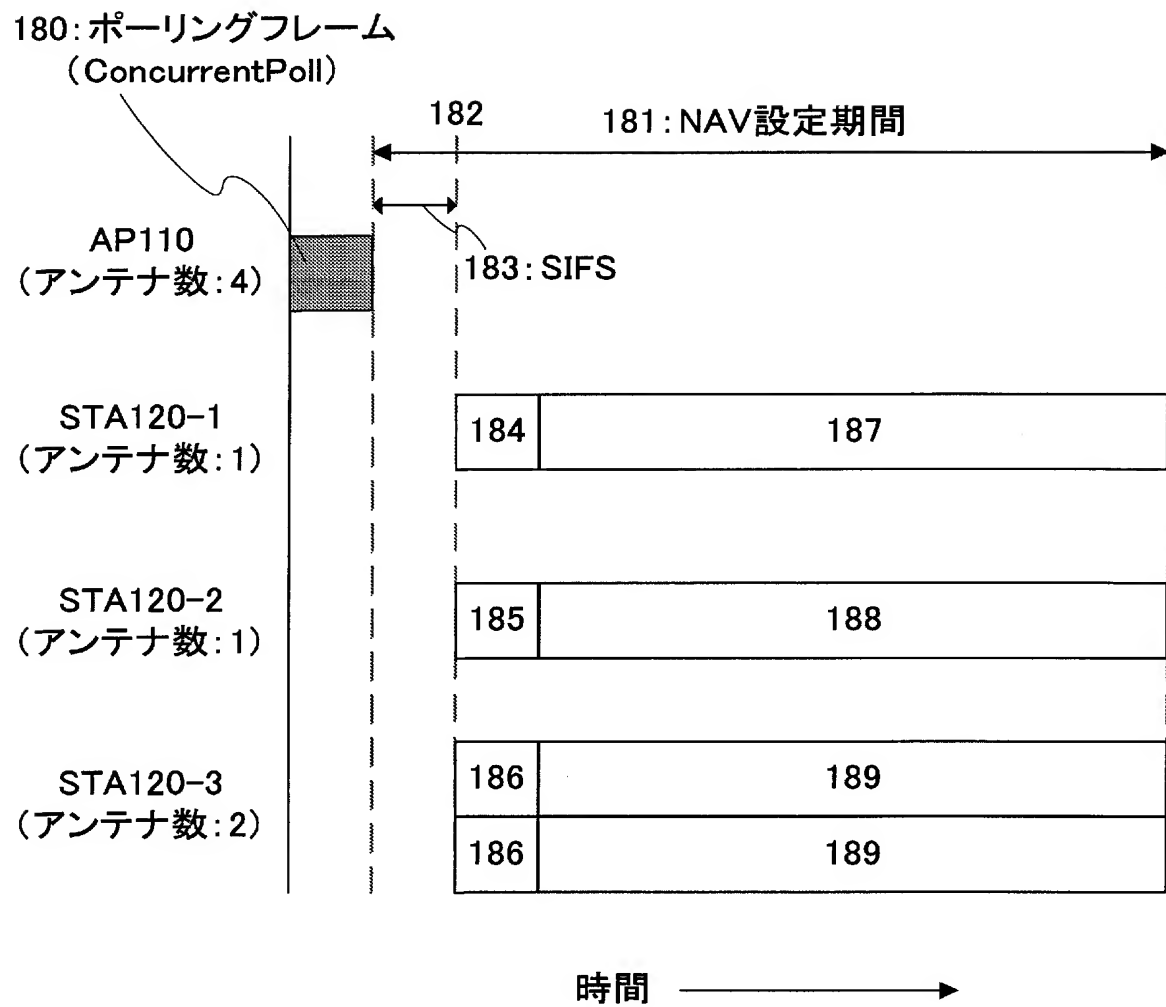
[図7]



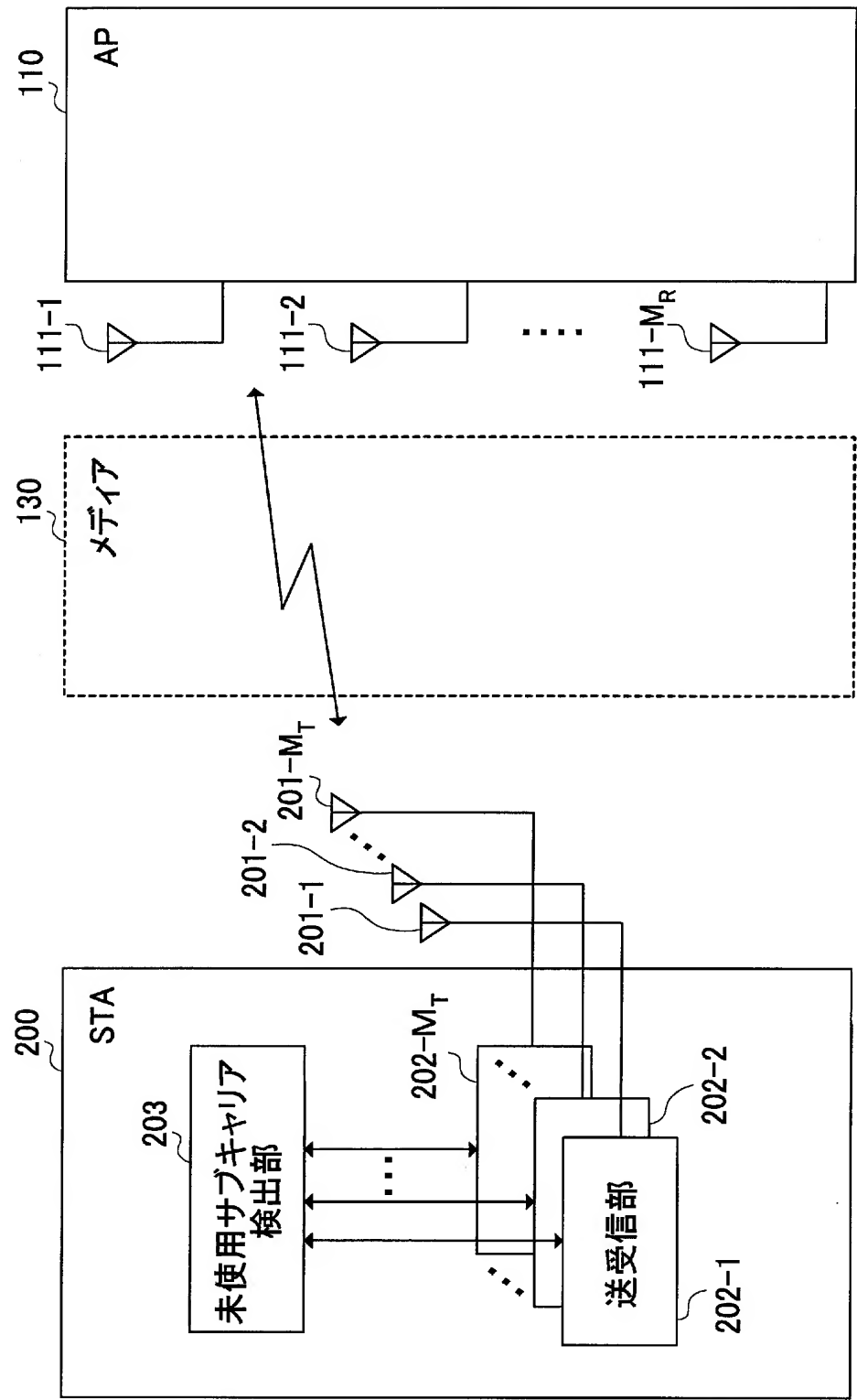
[図8]



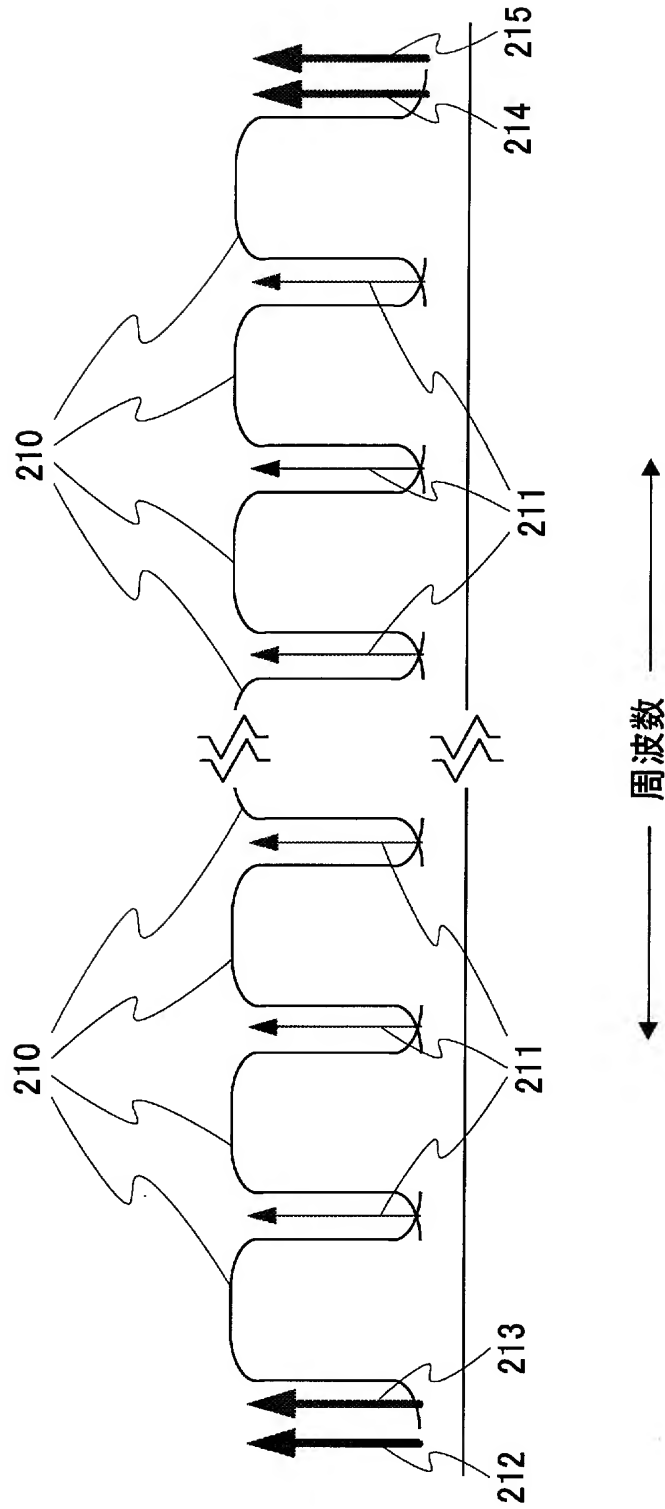
[図9]



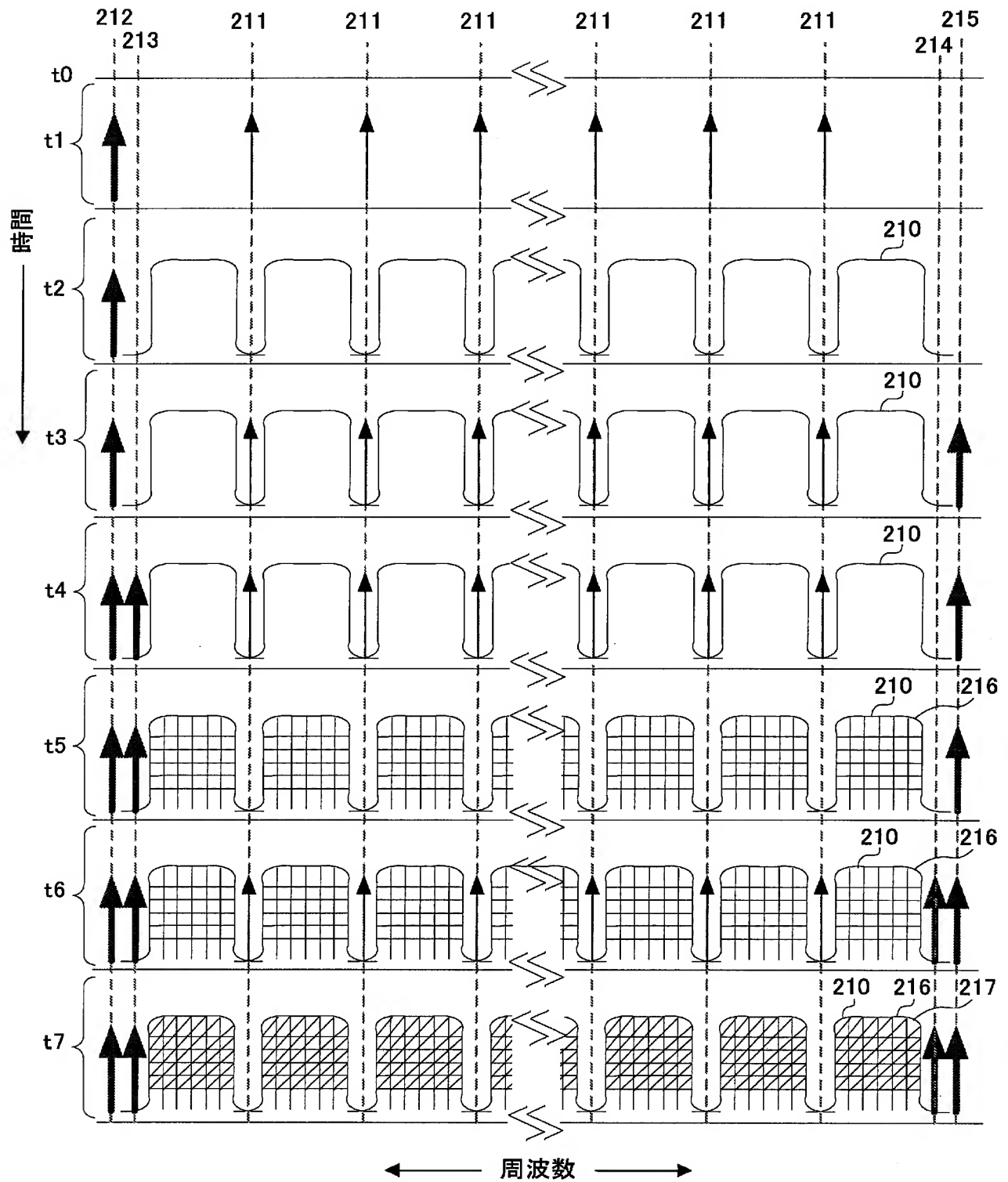
[図10]



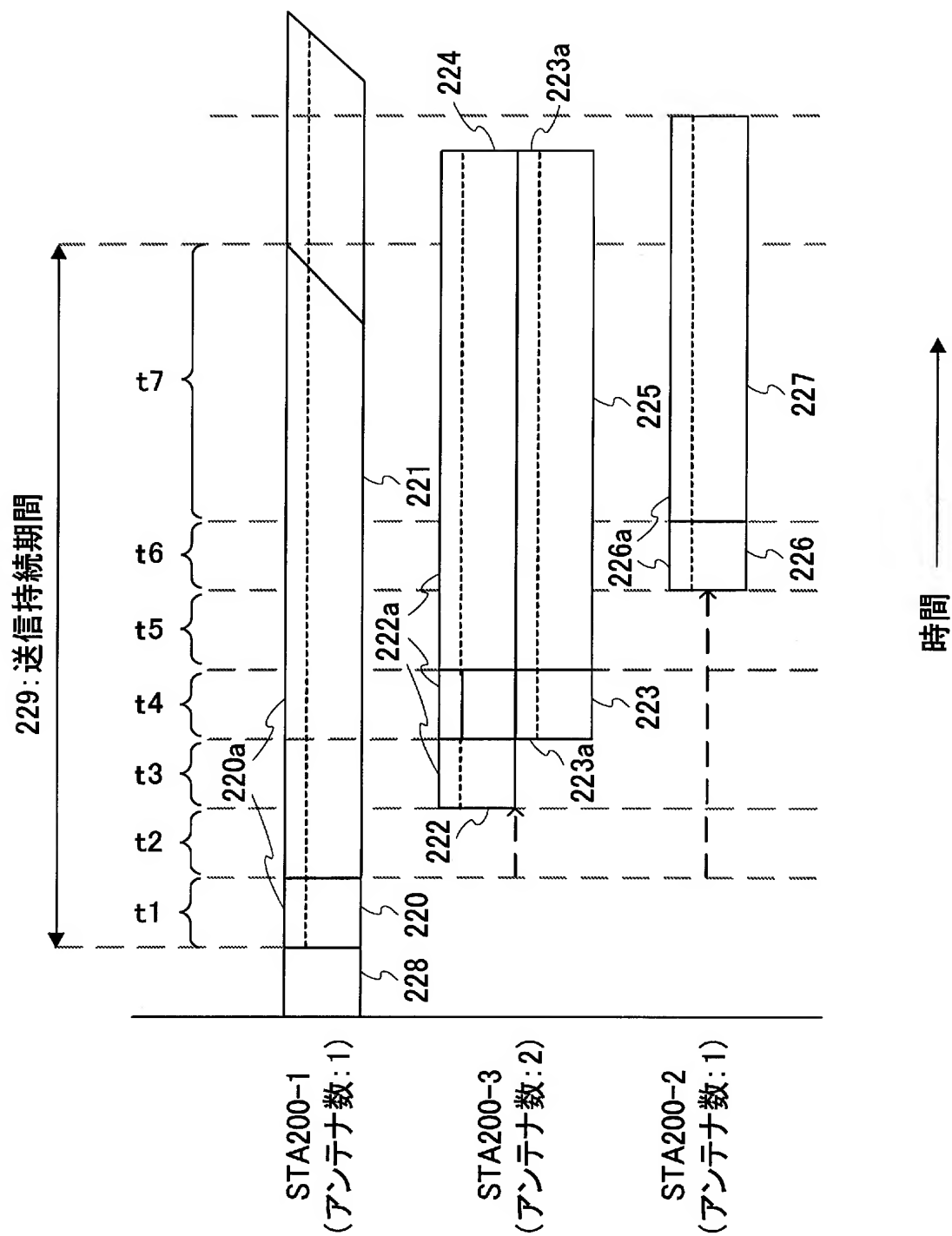
[図11]



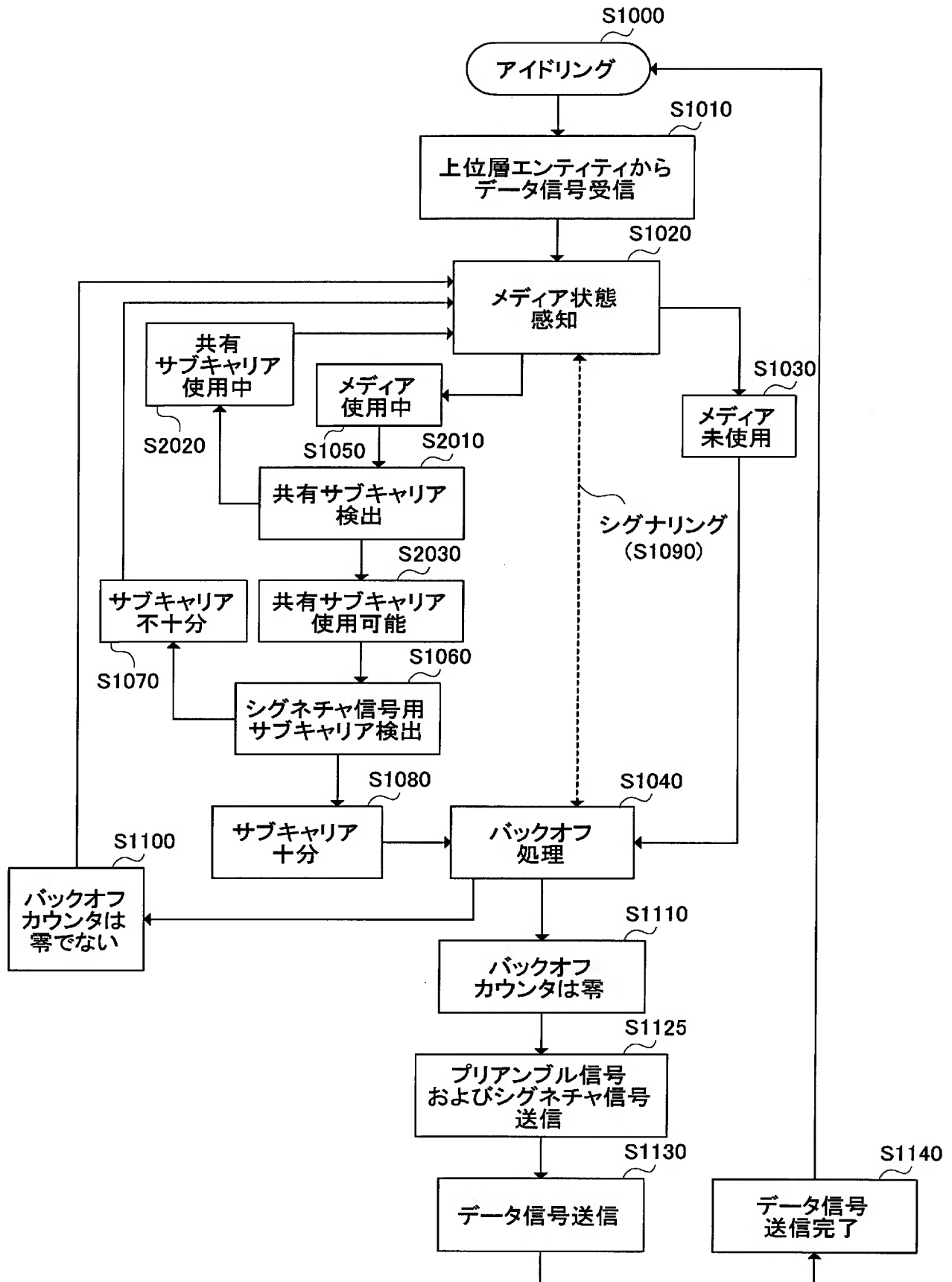
[図12]



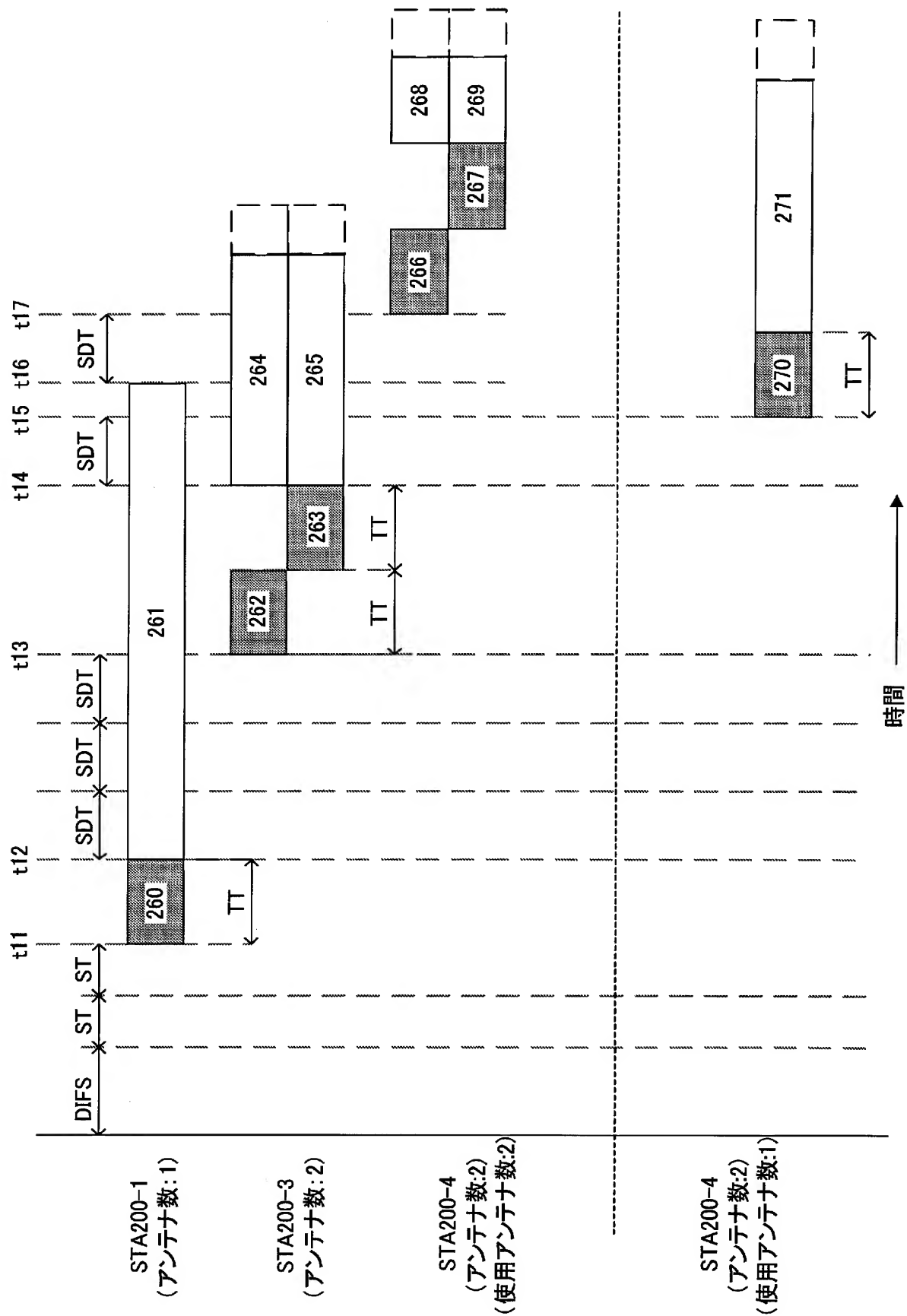
[図13]



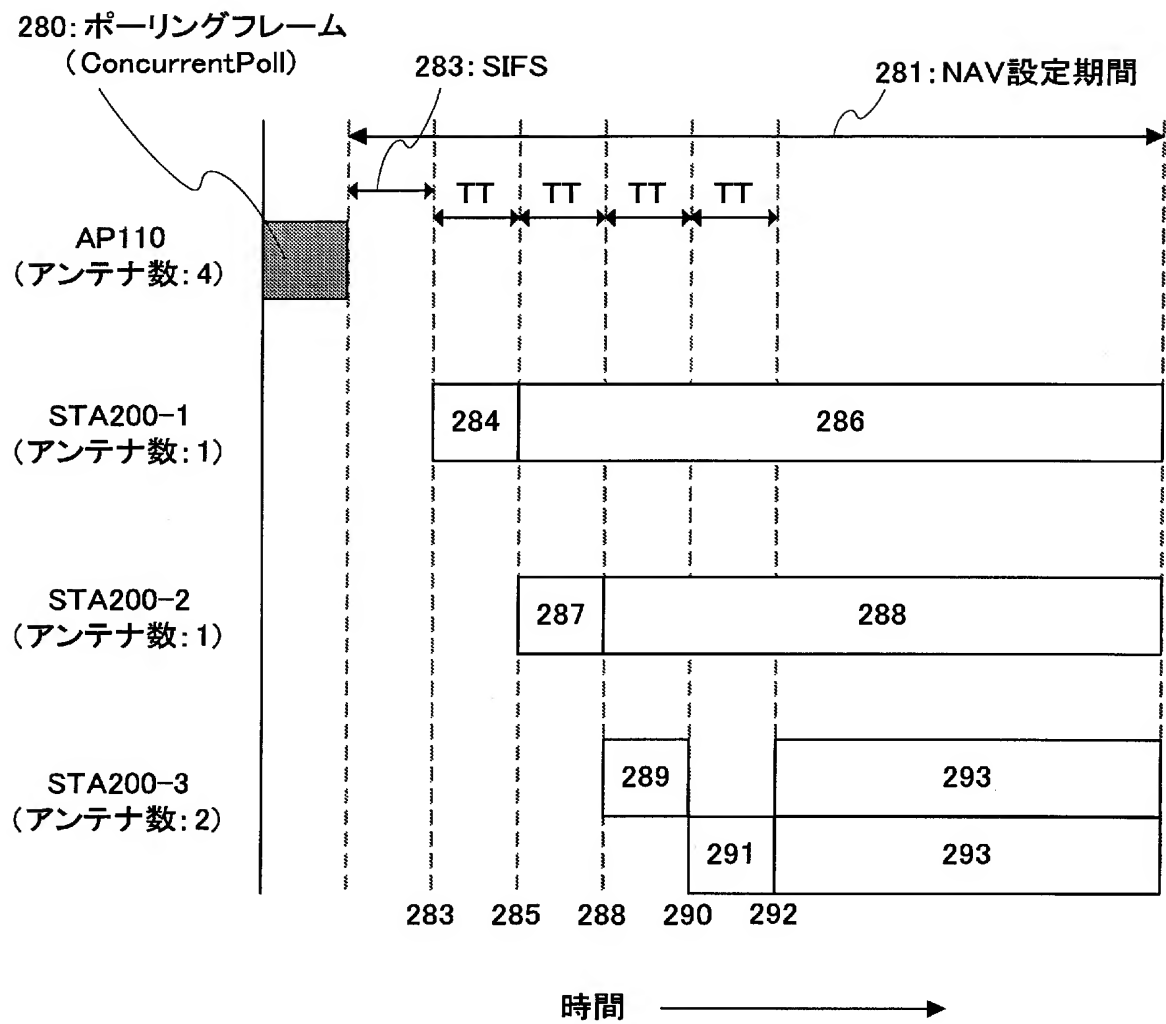
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04J15/00, H04J1/00, H04J11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04J15/00, H04J1/00, H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-304218 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), Par. No. [0257]; Fig. 25 & WO 2003/047141 A1 & JP 2003-304220 A & EP 1370018 A1 & AU 2002349462 A1 & US 2004/0071078 A1 & CN 1493123 A	1-18
A	JP 2003-348045 A (Nippon Denki Sangyo Kabushiki Kaisha), 05 December, 2003 (05.12.03), Par. Nos. [0088], [0089]; Fig. 1 (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 March, 2005 (14.03.05)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2005 (29.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019015

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-179611 A (Toshiba Corp.), 27 June, 2003 (27.06.03), Par. Nos. [0185], [0186]; Fig. 15 & EP 1298848 A2 & US 2003/0064752 A1 & CN 1411302 A	1-18
A	P. ZETTERBERG, M. BENGTSSON, D.MCNAMARA, P.KARLSSON, M.A. BEACH, "Performance of Multiple-Receive Multiple-Transmit Beamforming in WLAN-type Systems under Power of EIRP Constraints with Delayed Channel Estimates", In: Vehicular Technology Conference Spring 2002 IEEE 55th, 09 May, 2002 (09.05.02), Vol.4, pages 1906 to 1910	1-18
A	Toshihiko NISHIMURA, Takeo OGANE, Yasutaka OGAWA, "MIMO Channel deno SDMA Kudari Kaisen Beam-gata Seiho", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, 13 October, 2001 (13.10.01), Vol.101, No.371, pages 23 to 30	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1⁷ H04J15/00, H04J1/00, H04J11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1⁷ H04J15/00, H04J1/00, H04J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2005年

日本国登録実用新案公報 1994年-2005年

日本国実用新案登録公報 1996年-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-304218 A (松下電器産業株式会社), 2003. 10. 24 段落【0257】, 図25 &WO 2003/047141 A1 &JP 2003-304220 A &EP 1370018 A1 &AU 2002349462 A1 &US 2004/0071078 A1 &CN 1493123 A	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 03. 2005

国際調査報告の発送日

20. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5 K

3 4 6 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3554

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2003-348045 A (日本電機産業株式会社), 2003. 12. 05 段落【0088】, 段落【0089】, 図1 (ファミリーなし)	1-18
A	J P 2003-179611 A (株式会社東芝), 2003. 06. 27 段落【0185】, 段落【0186】, 図15 & E P 1298848 A2 & U S 2003/0064752 A1 & C N 1411302 A	1-18
A	P ZETTERBERG, M BENGTSSON, D MCNAMARA, P KARLSSON, M. A BE ACH, "Perfomance of Multiple-Receive Multiple-Transmit Beamf orming in WLAN-type Systems under Power or EIRP Constraints with Delayed Channel Estimates", In: Vehicular Technology Conference Spring 2002 IEEE 55th, 9 May 2002, Vol. 4, pp. 1906-1910	1-18
A	西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, "MIMOチャネルでのSDMA 下り回線ビーム形成法", 電子情報通信学会技術研究報告, 2001. 10. 13, Vol. 101, No. 371, pp. 23-30	1-18